

JP 09086835

PAT-NO: JP410282082A

DOCUMENT-IDENTIFIER:

TITLE: METHOD AND EQUIPMENT FOR EVALUATING  
PERFORMANCE OF RESIN

PUBN-DATE: October 23, 1998

INVENTOR-INFORMATION:

NAME

YOSHIDA, YOKO

UMEKA, YUTAKA

ISHIKAWA, HIROYUKI

HONDA, TETSUYUKI

ASSIGNEE-INFORMATION:

NAME

JAPAN ORGANO CO LTD

COUNTRY

N/A

APPL-NO: JP09086835

APPL-DATE: April 4, 1997

INT-CL (IPC): G01N030/96, B01J047/14 , G01N030/00 , G01N033/44

ABSTRACT:

PROBLEM TO BE SOLVED: To evaluate the performance of an  
resin  
accurately by passing a performance evaluation water through a  
regenerated  
resin and estimating a material transfer coefficient  
based on  
the measurement of leaked anion.

SOLUTION: A mixed resin 2 is transferred to a  
regeneration  
column 7 when the end of water supply is reached. it is separated  
into an  
upper resin layer and a lower cation-exchange resin  
layer which  
are supplied, respectively, with a regeneration agent. The

regenerated mixed

resin is transferred to a resin storage tank 8 and

stored

therein. The regenerated mixed

resin 2 is returned

back to a

desalting column and mixed before pure water is supplied to the

desalting

column. Drain is fed to an ion chromatographic analyzer 13 in order  
to measure

the concentration of  $\text{SO}_4^{2-}$  ions leaked into the drain.

Measurement data

is delivered to an operational controller 16 and a corresponding  
value is

calculated from the quantity of leaked  $\text{SO}_4^{2-}$  ions thus

obtaining an

estimated value of an resin to be measured.

COPYRIGHT: (C)1998,JPO

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平10-282082

(43) 公開日 平成10年(1998)10月23日

(51) Int.Cl.<sup>8</sup>

識別記号

F I

G 0 1 N 30/96

G 0 1 N 30/96

Z

B 0 1 J 47/14

B 0 1 J 47/14

G 0 1 N 30/00

G 0 1 N 30/00

J

33/44

33/44

審査請求 未請求 請求項の数16 O L (全 14 頁)

(21) 出願番号

特願平9-86835

(71) 出願人 000004400

オルガノ株式会社

東京都江東区新砂1丁目2番8号

(22) 出願日

平成9年(1997)4月4日

(72) 発明者 吉田 洋子

東京都文京区本郷5丁目5番16号 オルガ  
ノ株式会社内

(72) 発明者 梅香 豊

東京都文京区本郷5丁目5番16号 オルガ  
ノ株式会社内

(72) 発明者 石川 裕幸

東京都文京区本郷5丁目5番16号 オルガ  
ノ株式会社内

(74) 代理人 弁理士 岸田 正行 (外4名)

最終頁に続く

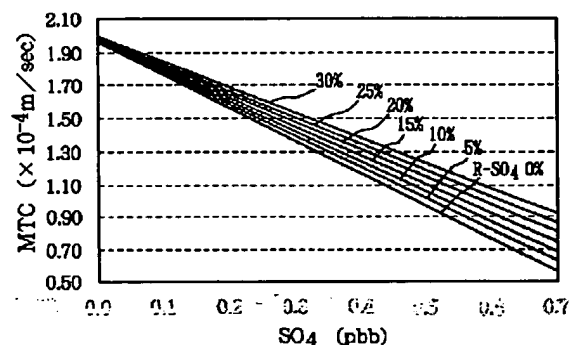
(54) 【発明の名称】 アニオン交換樹脂の性能評価方法及びこれに用いる装置

(57) 【要約】

【課題】 復水脱塩装置等のイオン交換装置において使用されているアニオン交換樹脂を、サンプリングすることなくインライン状態で性能評価できる方法を提供する。

【解決手段】 再生処理したアニオン交換樹脂に性能評価水を通水し、この性能評価水に漏出するアニオン量を測定して得た測定値に基づいて、予め求めた物質移動係数値とアニオン漏出量の関係から物質移動係数値を推定する。

各 R-SO<sub>4</sub>%毎の SO<sub>4</sub> と MTC との関係



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 再生処理したアニオン交換樹脂に性能評価水を通水し、この性能評価水に漏出するアニオン量を測定して得た測定値に基づいて、当該アニオン交換樹脂の物質移動係数（MTC）値を推定することを特徴とするイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項2】 アニオン交換樹脂により不純物イオンを除去するように設けられた通水系統と、このアニオン交換樹脂を薬品再生し通水系統に戻す再生系統とを有する装置において、再生処理後のアニオン交換樹脂に性能評価水を通水し、該通水中に漏出するアニオン量を測定して得た測定値に基づいて該アニオン交換樹脂の物質移動係数（MTC）値を推定することを特徴とするイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項3】 アニオン交換樹脂とカチオン交換樹脂により不純物イオンを除去するように設けられた通水系統と、少なくともカチオン交換樹脂を薬品再生する再生系統とを有する装置において、再生処理後のカチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂の混合イオン交換樹脂に性能評価水を通水し、該通水中に漏出するアニオン量を測定して得た漏出アニオン量の測定値に基づいて当該アニオン交換樹脂の物質移動係数（MTC）値を推定することを特徴とするイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項4】 請求項1ないし3のいずれかにおいて、アニオン交換樹脂に通水する性能評価水が、イオンを含まない純水、超純水等の高純度水、又は復水であることを特徴とするイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項5】 請求項2ないし4のいずれかにおいて、再生処理後のイオン交換樹脂を通水系統に戻した後、性能評価水を通水することを特徴とするイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項6】 請求項1ないし5のいずれかにおいて、物質移動係数（MTC）値の推定は、物質移動係数の値が既知であってかつその値が異なる複数のアニオン交換樹脂を準拠し、これらの各アニオン交換樹脂毎に性能評価水を通水することで、物質移動係数値が異なる各アニオン交換樹脂別に当該物質移動係数の値と性能評価水中に漏出したアニオン量の測定値の相関関係を予め調べて、両者の相関関係データを得ておき、測定対象のアニオン交換樹脂に性能評価水を通水したときに漏出するアニオン量の測定値から、前記予め調べて得た前記相関関係データに基づいて当該測定対象のアニオン交換樹脂の物質移動係数（MTC）値を推定することを特徴とするイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項7】 請求項6において、予め調べる物質移動係数（MTC）値既知のアニオン交換樹脂についての物

質移動係数の値と該アニオン交換樹脂から漏出するアニオン量の相関関係データを、該アニオン交換樹脂の一部が酸再生剤に接触する割合（％）別に求めたことを特徴とするイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項8】 請求項6又は7において、物質移動係数（MTC）値既知のアニオン交換樹脂についての物質移動係数の値と、該アニオン交換樹脂から漏出するアニオン量との相関関係データを、アニオン交換樹脂を再生処理した後、性能評価水を通水するまでの時間長さ別に求めたことを特徴とするイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項9】 請求項6ないし8のいずれかにおいて、物質移動係数（MTC）値の推定は、物質移動係数（MTC）値と漏出アニオン量の相関関係データに基づいて漏出アニオン量と物質移動係数（MTC）値の関係を示す検量線データを予め求め、測定対象のアニオン交換樹脂に性能評価水を通水した際に得られた漏出アニオン量の測定値から、該検量線データを用いて測定対象アニオン交換樹脂の物質移動係数（MTC）値を求めることを特徴とするイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項10】 請求項1ないし9のいずれかにおいて、アニオン交換樹脂から漏出するアニオン漏出量を測定する時点が、通水する性能評価水中に含まれるアニオン漏出値の変化が微小となった時点であることを特徴とするイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項11】 請求項1ないし9のいずれかにおいて、アニオン交換樹脂から漏出するアニオン漏出量を測定する時点が、アニオン交換樹脂に対して性能評価水を通水開始してから所定時間経過した時点であることを特徴とするイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項12】 請求項1ないし11のいずれかにおいて、物質移動係数（MTC）値を推定する対象が、発電所の復水循環系統に設置された復水脱塩装置で使用されたアニオン交換樹脂であることを特徴とするイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法。

【請求項13】 物質移動係数（MTC）値が既知であってかつその値が異なる複数のアニオン交換樹脂に性能評価水を通水してその通水中に漏出するアニオン量を測定することで各アニオン交換樹脂別の物質移動係数（MTC）値と漏出アニオン量の相関関係データを予め調べた結果を記録した記録手段と、再生処理後のアニオン交換樹脂に通水した性能評価水中に漏出するアニオン量を測定する測定手段と、該測定したアニオン量と前記記録手段の記録情報とから該測定したアニオン交換樹脂の物質移動係数（MTC）値を演算する演算手段と、を備えたことを特徴とするアニオン交換樹脂の性能評価装置。

【請求項14】 請求項13において、演算手段で得たアニオン交換樹脂の物質移動係数(MTC)値と、予め定めたMTCの閾値とを比較してアニオン交換樹脂の交換時期を判定する判定手段を有することを特徴とするアニオン交換樹脂の性能評価装置。

【請求項15】 請求項13又は14において、各アニオン交換樹脂別の物質移動係数(MTC)値と各アニオン交換樹脂に性能評価水を通水したときに漏出するアニオン量との相関関係データを記録した記録手段は、アニオン交換樹脂の一部が酸再生剤に接触する割合(%)別、及び/又は再生処理後に性能評価水を通水するまでの時間長と別に相関関係データを記録していることを特徴とするアニオン交換樹脂の性能評価装置。

【請求項16】 請求項15において、測定対象のアニオン交換樹脂に該当する相関関係データを特定する外部入力手段を有することを特徴とするアニオン交換樹脂の性能評価装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、イオン成分を含んだ水処理するイオン交換装置で用いられたアニオン交換樹脂の性能を評価する方法、特に、火力発電所、原子力発電所等の復水系に設置された復水脱塩装置等のイオン交換装置で用いられたアニオン交換樹脂の性能を評価する方法、及びこれに用いる装置に関する。

【0002】

【従来の技術】本発明の背景技術と従来法を火力あるいは原子力の発電所に設備された循環水系中の復水脱塩装置に適用した場合を例にして以下説明する。

【0003】火力発電所あるいは原子力発電所の設備は、タービンを駆動させた後の蒸気を海水等で冷却して復水とし、この復水を再び加熱して得た蒸気でタービンを駆動させるというサイクルを繰り返すものであり、このサイクルで循環される系内の水は各種の不純物イオンや酸化鉄微粒子(クラッド)で汚染される。そこでその除去のために上記循環水系の途中に復水脱塩装置(イオン交換装置)が設置される。

【0004】復水脱塩装置は、一般に、混床式脱塩塔(以下単に「脱塩塔」という)からなる通水系統で構成され、通常はこの脱塩塔で用いられるイオン交換樹脂を再生するための再生系統が付帯設備されている。イオン交換樹脂としてはH形あるいはNH<sub>4</sub>形の強酸性カチオン交換樹脂とOH形の強塩基性アニオン交換樹脂のイオン交換樹脂を混合して用い、通水する復水に含まれるNaイオンやClイオン等の不純物をイオン交換作用により除去し、また必要に応じてイオン除去と共に復水中のクラッドを浮遊作用や吸着作用で除去するように用いられる。上記脱塩塔は通常は複数設けられ、一つの脱塩塔がクラッドの蓄積による圧力損失や定体積処理量に達し、あるいはイオン交換樹脂が不純物イオンで飽和する

ことなどで通水終点に達した時に、通水終点に達した脱塩塔を通水系統から切り離し、他の脱塩塔での通水を続行しながら、切り離した脱塩塔のイオン交換樹脂を再生系統で再生処理して、通水の継続と再生を可能とする。

【0005】再生処理は、再生処理済みイオン交換樹脂を貯槽に一時貯溜しておいて、通水終点に達した脱塩塔のイオン交換樹脂を再生塔に移送させると同時に該貯槽に一時貯溜した再生処理済みイオン交換樹脂をこの脱塩塔に戻す方式、貯槽を備えずに一つの脱塩塔からのイオン交換樹脂を再生処理して再び元の脱塩塔に戻す方式など種々の方法があり、再生操作は、バブリングによるクラッドの水洗除去処理の後、上層にアニオン交換樹脂、下層にカチオン交換樹脂を比重差で分離させ、カチオン交換樹脂は硫酸等の酸再生剤を通薬しかつアニオン交換樹脂には苛性ソーダ等のアルカリ再生剤を通薬して不純物イオンを脱着させる処理を行なう一塔再生方式、アニオン、カチオンの両イオン交換樹脂を別々の再生塔に分離してそれぞれの再生塔で再生する別塔再生方式などがある。

【0006】以上のように、復水脱塩塔で使用されるイオン交換樹脂は再生処理を繰り返しながら一般に数年に渡って使用されるが、イオン交換樹脂を長期間使用していくと徐々にその性能が劣化することが避けられないので、性能が劣化したイオン交換樹脂は交換される。この性能劣化は、有機物等による汚染を受けることがあるアニオン交換樹脂において特に顕著に現れる。

【0007】性能が劣化したイオン交換樹脂を交換するためには、劣化程度をできるだけ正確に判断してその交換時期を適切に管理することが工業的装置では強く求められる。この管理を適切に行うことで、使用資材を有効利用でき、特に原子力発電所では廃棄物量の削減を達成できるため極めて有益であり、更にこれらを通じて例えば発電所における復水脱塩系統の運用コストを低減できるからである。

【0008】このような観点から、イオン交換樹脂の性能(劣化の状態)を出来るだけ正確に把握するための提案は従来からされているが、復水脱塩塔で実際に使用しているイオン交換樹脂の性能評価は技術的にも簡単ではないため、工業的装置においてイオン交換樹脂の交換時期を適切に管理することは容易でない。

【0009】例えば、特開昭61-162749号公報では、実装置からサンプリングしたイオン交換樹脂を実装置と同様な樹脂層高をもったカラムに充填し、これに試験水を通してその処理水の水質からイオン交換樹脂の性能を判断する方法(以下「サンプリング方式」という)が提案されている。しかしこの方法は、実装置からイオン交換樹脂を抜き、別の試験カラムを用いて性能評価試験を行なうサンプリング方式の操作によるため数日以上時間がかり、即時的対応ができないという問題がある。またこの方法による試験結果は実際に使用され

ているイオン交換樹脂の性能を正確に示しているとは言えない欠点もある。すなわち、復水脱塩装置で使用されるアニオン交換樹脂（カチオン交換樹脂も同様）は粒径について一定の分布幅があり、この粒径の違いが性能劣化の度合に関係し、少量サンプリングしたイオン交換樹脂を試験してもそれが実装置のアニオン交換樹脂全体の性能を正確に反映していないことの影響を無視できないからである（特開昭62-4448号公報参照）。

【0010】別の従来法として特開昭62-4448号公報、特開平2-36340号公報の提案があるが、これらも上記と同様にイオン交換樹脂をサンプリングして性能評価する方法であるため、工業的装置で利用するには上述したサンプリング方式の欠点を克服できない。

【0011】これらのサンプリング（オフライン）方式とは別に、実装置から直接得られる情報を測定して、アニオン交換樹脂の性能評価をする方法が提案（特開平4-220562号公報）されている。この方法は、再生処理後のイオン交換樹脂を通水塔に戻して純水、復水等を通水したときにこの通水塔から漏出するアニオン漏出量を直接測定する操作を再生処理毎に繰り返し、再生処理毎のアニオン漏出量の変化の履歴を調べて、これに基づいてアニオン交換樹脂の性能劣化の進行程度を判断する方法である。

【0012】この方法には次の利点がある。すなわち、再生したイオン交換樹脂を運転状態に復帰させた後の通常通水運転中に漏出するアニオン（カチオン交換樹脂の再生剤が硫酸の場合は $\text{SO}_4^-$ ：以下この硫酸の場合で説明する）の量は極めて微量であり、また実装置から得られるデータであるため種々の要因で変動することは避けられないのでアニオン交換樹脂の性能を評価する情報としては信頼性が乏しいが、再生済イオン交換樹脂を通水塔に戻した初期通水時にはイオン交換樹脂から $\text{SO}_4^-$ イオンがある程度の時間続けて漏出する現象が認められ、この $\text{SO}_4^-$ 漏出は微量とはいえ通常運転状態時に比べれば多い。そこで、イオンクロマト分析装置（例えば横河電機（株）製のイオンクロマトアナライザーIC-7000を搭載したプロセス用イオンクロマト測定装置（AU-1J））等を用いれば実装置の通水塔から流出する水中のイオン種を特定してその量をオンライン（オンライン）で検出でき、しかもこの通水復帰初期の $\text{SO}_4^-$ の漏出挙動（漏出量が漸減する特性）は再生を繰り返しているうちに変化し、その変化がアニオン交換樹脂の性能の劣化を反映しているから、実装置の通水塔に再生済イオン交換樹脂を戻し通水を再開した際の $\text{SO}_4^-$ の漏出挙動を再生処理毎に測定し、アニオン交換樹脂の変化履歴を調べれば、アニオン交換樹脂の性能劣化の進行度合を判断できるのである。

【0013】この方法によれば、工業的に使用されている実装置の通水塔から $\text{SO}_4^-$ が漏出する情報を直接用いて性能劣化の状態を判断できるので、イオン交換樹脂の

一部を取り出さなければならない上記サンプリング方式の問題を解消できる点で優れている。

【0014】

【発明が解決しようとする課題】ところで、上記方法は樹脂サンプリングを必要としない点で工業的復水脱塩装置のアニオン交換樹脂の性能評価法として優れている。しかしながら、特定の装置で得られたデータを他の装置に応用することは難しいという問題がある。

【0015】この問題は次のように説明される。すなわち、復水脱塩装置で混合して使用されるアニオン交換樹脂の一部は、一般に再生時にカチオン交換樹脂の再生剤（硫酸）と接触して $\text{SO}_4^-$ 形（以下「 $\text{R}-\text{SO}_4^-$ 形」という）になり、通水復帰初期に $\text{SO}_4^-$ が漏出するが、その程度は、 $\text{R}-\text{SO}_4^-$ 形となるアニオン交換樹脂の割合（%）が装置構成などによって一律でないことの影響を受けることにある。このため、一つの装置で得た再生処理毎のアニオン漏出量の変化履歴データに基づいての判断を他の装置には単純に適用できないのが実情である。

【0016】なお上記のようにカチオン交換樹脂再生剤である硫酸が本来は接触すべきでないアニオン交換樹脂に接触して一部が $\text{R}-\text{SO}_4^-$ 形となる理由は次のことによる。すなわち、復水脱塩装置ではアニオン交換樹脂とカチオン交換樹脂を比重差で分離しそれぞれに再生剤を通流する操作を行うが、分離面近傍では両イオン交換樹脂の混在が避けられず、一方、再生後のカチオン交換樹脂におけるNa形分率はこれを極めて少なくすることが一般に求められるため、カチオン交換樹脂がアニオン交換樹脂再生剤である苛性ソーダと接触するのを極力防止する再生方法、装置構成が通常採用されるからである。この問題は一塔再生方式、別塔再生方式のいずれにおいても存在する。なお酸再生剤が塩酸の場合にはアニオン交換樹脂の一部は $\text{R}-\text{Cl}$ 形となる。

【0017】また、アニオン交換樹脂から漏出する再生処理毎のアニオン漏出量の変化履歴に注目した前記特開平4-220562号公報の方法は、近時の復水脱塩装置に求められる極めて高度な脱塩性能、例えば復水中のイオン濃度がNaイオンで $0.1\mu\text{g}/\text{リットル}$ 以下、Clイオンで $0.1\mu\text{g}/\text{リットル}$ 以下という高脱塩性能が求められることに対処するのに十分でないという問題もある。すなわち、イオン交換樹脂の交換時期を決める指標となる上記アニオン漏出の変化履歴には、上述のように個々の発電所付属の設備の規模や構成あるいは運用の状況などが影響するので、交換時期の予測範囲はある程度の幅をもって推定することは避けられない。かかる状況下で脱塩塔に高い脱塩性能を確保するためには、予測される交換時期の範囲内でも早めの樹脂交換を行う運用傾向となり、したがって、より正確な評価方法が求められている。

【0018】以上のように、復水脱塩装置に使用されているイオン交換樹脂の経時的な劣化の度合を測定しよう

とする提案は従来からあるが、工業的にはいずれも不十分、ないし一層の改善が求められているのが現状である。

【0019】本発明は、以上のような従来技術では克服困難な問題を解決しようとする観点から、アニオン交換樹脂の性質と、イオン交換装置、特に上記復水脱塩装置の運転サイクルを詳細に検討し、アニオン交換樹脂の性能劣化の状態をできるだけ正確に反映し、かつ精度の高いアニオン交換樹脂の性能評価を有効に行うことができる方法、及びイオン交換樹脂の交換時期を事前に予測するのにも有効な方法、更にこれらの方法の実施に使用できる性能評価のための装置の提供を目的としてなされたものである。

【0020】また本発明の別の目的は、復水脱塩装置等のイオン交換装置において実際に使用されているアニオン交換樹脂を、当該装置から外部に取り出すことなくインラインの状態にて性能評価することを可能とし、これによって測定作業の労力や時間の無駄をなくした方法、及び装置を提供するところにある。

【0021】更に本発明の別の目的は、実際のイオン交換樹脂を当該装置から外部に取り出すことなくその装置内（インライン）で性能評価することにより、樹脂の粒径分布等による性能劣化の違いの影響を少なくして、正確で精度の高い性能評価等を行なうことができる方法及び装置を提供することにある。

【0022】本発明は、以上のような種々の目的の達成を通して、特に、実装置で様々な理由で個別的に設計され、その結果構造が異なり運用状況も異なる様々な実際の発電設備に付属して稼働されている復水脱塩装置のアニオン交換樹脂の性能劣化状態を、また個別的に運用される各設備に固有の要素の影響を軽減ないし解消してアニオン交換樹脂の性能、ひいては該樹脂の交換時期をできるだけ正確に評価、判定できる方法を提供し、またこの方法を実施できる装置を提供するところにある。

【0023】

【課題を解決するための手段】前記の目的は本願の特許請求の範囲の各請求項に記載した発明により達成される。

$$K = \frac{1}{6(1-\epsilon)R} \cdot \frac{F}{A \cdot L} \cdot d \left( \ln C_0 / C \right) \cdots (i)$$

式中において

K：物質移動係数（m/sec）

ε：空隙率

R：アニオン交換樹脂の比率

F：流速（m<sup>3</sup>/sec）

A・L：樹脂量（m<sup>3</sup>）

d：樹脂粒径（m）

C<sub>0</sub>：入口S<sub>04</sub>濃度

C：出口S<sub>04</sub>濃度

\*【0024】本願請求項1のイオン交換装置で使用したアニオン交換樹脂の性能評価方法の発明は、再生処理したアニオン交換樹脂に性能評価水を通水し、この性能評価水に漏出するアニオン量を測定して得た測定値に基づいて、当該アニオン交換樹脂の物質移動係数（Mass Transfer Coefficient：MTC）値を推定することを特徴とする。

【0025】また、本願請求項2の発明は、アニオン交換樹脂により不純物イオンを除去するように設けられた通水系統と、このアニオン交換樹脂を薬品再生し通水系統に戻す再生系統とを有する装置において、再生処理後のアニオン交換樹脂に性能評価水を通水し、該通水中に漏出するアニオン量を測定して得た測定値に基づいて該アニオン交換樹脂のMTC値を推定することを特徴とする。

【0026】また更に、本願請求項3の発明は、アニオン交換樹脂とカチオン交換樹脂により不純物イオンを除去するように設けられた通水系統と、少なくともカチオン交換樹脂を薬品再生する再生系統とを有する装置において、再生処理後のカチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂の混合イオン交換樹脂に性能評価水を通水し、該通水中に漏出するアニオン量を測定して得た測定値に基づいて当該アニオン交換樹脂のMTC値を推定することを特徴とする。

【0027】前記した「物質移動係数（MTC）」は、イオン交換樹脂のイオン交換反応速度を示す指標数値であり、正確には、アニオン交換樹脂については、測定対象のアニオン交換樹脂（OH形）と新品のカチオン交換樹脂（H形）とを所定比率で混合してカラム内に充填し、このカラムに一定濃度のアンモニアと硫酸ナトリウムを通水した時の樹脂層内の硫酸イオン移動速度として下記式（i）により求めることができる（以下これを「MTC値算法」という）。なお、新品アニオン交換樹脂のK値は一般に2.0×10<sup>-4</sup>m/sec程度の値を示す。

【0028】

【数1】

【0029】本発明者が前記構成を採用した理由は次の※50※ことによる。すなわち、MTC値はイオン交換樹脂の有

するイオン交換反応速度を示す指標であって、樹脂のイオン交換能力（性能）を直接的に表す。したがって有機物汚染等によって生ずるアニオン交換樹脂の性能劣化は樹脂のイオン交換能力の低下であるから、このMTC値が分かれば当該アニオン交換樹脂のイオン交換能力、あるいは経時的なその低下（劣化）の程度を判断することができる。

【0030】しかしながら、MTC値の測定は上記のように特別な評価水（アンモニアと硫酸ナトリウム）を用いる必要があり、これを実装置に通水することはできず、したがってMTC値の測定はいわゆる樹脂サンプリングを行って数日程度の時間をかけて測定することが必要になる。しかしこれでは従来のサンプリング方式の問題を解決できない。

【0031】そこで本発明者等は、更に検討を進め、実装置において再生後通水系に戻したアニオン交換樹脂に通水したときに、この通水中にアニオン（酸基）が漏出する量が、当該アニオン交換樹脂の有するイオン交換反応速度に依存し、一方、アニオン交換樹脂のMTC値はイオン交換反応速度と相関性を有するものであって、アニオン漏出量の測定値（検出値）データに基づいて当該アニオン交換樹脂のMTC値を推定することに着目して上記構成の発明をなすに至ったのである。なお、本発明において用いられる性能評価水としては、請求項4のイオンを含まない純水、超純水等の高純度水、又は復水を挙げることができ、一般的には復水が好適に用いられる。また、再生処理後のアニオン交換樹脂への性能評価水の通水は、該樹脂を通水塔に戻した後に行う場合、再生塔内で行う場合、樹脂貯槽内で行う場合、のいずれによっても行うことができる。

【0032】なお、通水系統と再生系統とを有する復水脱塩装置の再生方法として、復水の通水処理が終了した際に、再生系統においてアニオン交換樹脂の薬品再生を行うことなく、カチオン交換樹脂のみを薬品再生し、しかる後に両イオン交換樹脂を通水系統に移送して復水の通水を再開する方法が提案（特開平6-170362号公報）されているが、本発明のアニオン交換樹脂の性能評価方法はこのような場合にも好適に適用できる。

【0033】前記アニオン漏出量の測定値データに基づくMTC値推定の具体的な操作としては、例えば請求項6～10の方法を挙げることができ、これについては後述する。

【0034】この発明によれば、アニオン交換樹脂のMTC値を推定することによって実質的に当該アニオン交換樹脂の測定時点におけるイオン交換能力を求めることができるので、交換時期を正確に事前予測することができる。

【0035】なお、サンプリング方式による前記「MTC算出法」の操作を、適宜必要な時期に行ってもよい。

【0036】本願請求項6の発明は、前記の各発明にお

けるMTC値の推定を、MTCの値が既知であってかつその値が異なる複数のアニオン交換樹脂を準備し、これらの各アニオン交換樹脂毎に性能評価水を通水することで、MTC値が異なる各アニオン交換樹脂別にMTCの値と性能評価水中に漏出したアニオン量の相関関係を予め調べて、両者の相関関係データを得ておき、測定対象のアニオン交換樹脂に性能評価水を通水したときに漏出するアニオン量の測定値から、前記予め調べて得ている前記相関関係データに基づいて当該測定対象のアニオン交換樹脂のMTC値を推定することを特徴とする。

【0037】この発明においていうMTC値既知のアニオン交換樹脂としては、例えば新品樹脂、及び使用により性能が劣化した状態が異なる複数のアニオン交換樹脂につき、前記「MTC算出法」によりMTC値を求めたものを挙げることができる。MTC値が既知のものとしては、限定されるものではないが、例えば0.5, 1.0, 1.5, 2.0 ( $\times 10^{-4} \text{ m/sec}$ ) の4種類を用いる場合などを例示できる。

【0038】この発明によれば、前記した所定のMTC値既知のアニオン交換樹脂毎に性能評価水（好ましくは実装置で用いられる高純度水又は復水）を通水する模擬試験を行うことで、各MTC値毎のアニオン交換樹脂別に性能評価水中に漏出したアニオン量の関係を予め調べ、MTC値と模擬試験通水中に漏出したアニオン量の一定の相関関係を得ることができるので、例えば実際の装置で再生後通水塔に戻したアニオン交換樹脂から通水中に漏出したアニオン量からその相関関係に基づいてMTC値を推定することができる。

【0039】本願請求項7の発明は、前記請求項6の発明において、予め調べるMTC値既知のアニオン交換樹脂についての物質移動係数の値と該アニオン交換樹脂から漏出するアニオン量の相関関係データを、アニオン交換樹脂の一部が酸再生剤に接触する割合（％）別に求めたことを特徴とする。

【0040】アニオン交換樹脂の一部が酸再生剤に接触する割合（％）は、装置の構成、特にアニオン交換樹脂とカチオン交換樹脂を比重差で上下に分離したときの分離面近傍に配置するコレクタ（再生薬剤の排出手段）の位置等により決まるものであり、一般的には5％～30％程度の範囲である。そして通水系統に戻されたアニオン交換樹脂に含まれているアニオン（再生剤が硫酸の場合は $\text{SO}_4^{2-}$ 、塩酸の場合は $\text{Cl}^-$ ）の割合（以下これを「 $\text{R-SO}_4\%$ 」又は「 $\text{R-Cl}\%$ 」といい、以下の説明では「 $\text{R-SO}_4\%$ 」で代表して説明する）によって、漏出アニオン量も異なるので、上述したMTC値既知のアニオン交換樹脂について、各 $\text{R-SO}_4\%$ 毎に、各MTC値が異なるアニオン交換樹脂別のMTC値と性能評価水中に漏出したアニオン量の測定値の相関関係データを予め調べる模擬試験を行なうことで $\text{R-SO}_4\%$ 別の両者の相関関係を得ることができる。予め調べる $\text{R}$



## 11

-SO<sub>4</sub> %としては、限定されるものではないが、例えば0%、5%、10%、15%、20%、25%、30%の各別に分けて行う場合を代表的に挙げることができる。

【0041】この発明によれば、例えば復水脱塩装置の装置毎にR-SO<sub>4</sub> %が異なる場合でも、該当するR-SO<sub>4</sub> %について予め調べたデータを用いて、実際の装置で通水中に漏出するアニオン量から当該アニオン交換樹脂の測定時点でのMTC値をより正確に推定することができる。

【0042】本願請求項8の発明は、MTC値既知のアニオン交換樹脂についての物質移動係数の値と、該アニオン交換樹脂から漏出するアニオン量の測定値との相関関係データを、アニオン交換樹脂を再生処理した後、性能評価水を通水するまでの時間長さ（「ねかし時間」と呼ぶ）別に求めたことを特徴とする。

【0043】前記ねかし時間は、一般的には、再生処理、すなわち例えば再生剤通液-薬剤押出し-洗浄の再生処理が終了した時点から、通水塔に戻して通水を再開するまでの時間長さをいうが、本発明では、再生処理後から性能評価水の通水開始までの時間長さをいう。ねかし時間の長短は、アニオン交換樹脂の移送や貯溜保持の状態いかんによらず、樹脂中のアニオンが樹脂外に拡散することによって通水再開後のアニオン漏出量に影響する。したがって、より正確なMTC値を求めるためには、この影響を考慮して上記発明の構成を採用することが好ましい。なお、ねかし時間の影響は比較的小さく、またR-SO<sub>4</sub> %が異なる場合でもねかし時間の影響は近似傾向が認められるので、一つのR-SO<sub>4</sub> %のアニオン交換樹脂について調べたデータを利用して他のR-SO<sub>4</sub> %の場合の補正をするようにしてもよい。

【0044】この発明によれば、例えば復水脱塩装置のアニオン交換樹脂再生から通水塔に戻して通水を再開するまでの時間長さ（ねかし時間）が異なる場合でも、実際の装置で通水中に漏出するアニオン量の測定値から当該アニオン交換樹脂の測定時点でのMTC値をより正確に推定することができる。

【0045】本願請求項9の発明は、前記の各発明において、MTC値の推定は、既知MTC値と漏出アニオン量の相関関係データに基づいて、漏出アニオン量とMTC値の関係を示す検量線データを予め求め、測定対象のアニオン交換樹脂に性能評価水を通水した際に得られた漏出アニオン量の測定値から、該検量線データを用いて測定対象のアニオン交換樹脂のMTC値を求めることを特徴とする。

【0046】この発明によれば、検量線データを用いて、測定対象のアニオン交換樹脂から漏出するアニオン量に相関するMTC値を簡単に求めることができる。

【0047】なお、上記検量線を用いることに代えて、MTC値と漏出アニオン量との相関関係データを示す実

## 12

験式を求め、測定対象のアニオン交換樹脂に性能評価水を通水した際に得られた漏出アニオン量の測定値をこの実験式に代入してMTC値を求めるようにすることもできる。

【0048】本願請求項10の発明は、前記の各発明において、アニオン交換樹脂から漏出するアニオン漏出量を測定する時点と、通水する性能評価水中に含まれるアニオン漏出値の変化が微小となった時点としたことを特徴とする。

10 【0049】前記において、アニオン漏出値の「変化が微小」というのは、単位時間当たりのアニオン漏出量の変化が0~0.5μg/リットル/30分間、好ましくは0~0.1μg/リットル/30分間の場合をいい、一般的にはアニオンの漏出がいわゆるコンスタントリークと呼ばれる点に達した状態である場合を挙げることができる。

【0050】この発明によれば、漏出量の変化度が小さくなった時点で測定（検出）を行うので、測定誤差の影響を少なくすることができる。

20 【0051】本願請求項11の発明は、前記の各発明において、再生後通水塔に戻したアニオン交換樹脂から漏出するアニオン漏出量を測定する時点と、アニオン交換樹脂に対して性能評価水を通水開始してから所定時間、一般的には10分~180分、好ましくは30分~120分の範囲の時間経過した時点としたことを特徴とし、この発明によれば、測定作業を簡易化できる。

【0052】以上の各発明は、イオン交換樹脂を再生して使用するイオン交換装置のアニオン交換樹脂の性能評価に用いることができ、特に、発電所の復水循環系統に設置された復水脱塩装置で使用されたアニオン交換樹脂の性能評価、及び交換時期の事前予測に有効である。

【0053】本願請求項13のアニオン交換樹脂の性能評価装置の発明は、MTC値が既知であってかつその値が異なる複数のアニオン交換樹脂に性能評価水を通水してその通水中に漏出するアニオン量を測定することで各アニオン交換樹脂別のMTC値と漏出アニオン量の相関関係データを予め調べた結果を記録した記録手段と、再生処理後のアニオン交換樹脂に通水した性能評価水中に漏出するアニオン量を測定する測定手段と、該測定したアニオン量と前記記録手段の記録情報とから該測定したアニオン交換樹脂のMTC値を演算する演算手段とを備えたことを特徴とする。

【0054】前記構成における性能評価水中に漏出するアニオン量を測定する測定手段としては、上述したイオンクロマト分析装置（イオンクロマトアナライザーIC-7000を搭載したプロセス用イオンクロマト測定装置（AU-10）：横河電機（株）製）などを用いることができる。

【0055】前記記録手段及び演算手段は、一般的にはコンピュータ技術を用いて構成することができ、記録手

段としては内部記憶手段(メモリー)や外部記憶手段などを用いることができる。

【0056】この発明によれば、再生処理後のアニオン交換樹脂に通水した性能評価水に漏出するアニオン量を測定手段で測定(検出)し、その測定結果を、予め記録手段に記録しておいたMTC値と漏出アニオン量の相関関係データに照らして測定対象のアニオン交換樹脂のMTC値を推定することができる。

【0057】本願請求項14の発明は、前記の演算手段で得たアニオン交換樹脂の物質移動係数(MTC)値と、予め定めたMTCの閾値とを比較してアニオン交換樹脂の交換時期を判定する判定手段を有することを特徴とし、これによればアニオン交換樹脂の交換時期を予測することができ、イオン交換樹脂の準備など運用、管理が容易となる。

【0058】本願請求項15の装置発明は、前記発明において、各アニオン交換樹脂のMTC値と各アニオン交換樹脂に性能評価水を通水したときに漏出するアニオン量との相関関係データを記録した記録手段は、アニオン交換樹脂の一部が酸再生剤に接触する割合(%)別、及び/又は再生処理後に性能評価水を通水するまでの時間長さ別に相関関係データを記録していることを特徴とし、請求項16の発明は、前記記録手段に記録された相関関係データのうちから、測定対象のアニオン交換樹脂に該当する相関関係データを特定する例えばキーボード等の外部入力手段を有することを特徴とする。

【0059】この発明によれば、例えばR-SO<sub>3</sub>H%やねかし時間が異なる様々な場合のMTC値と漏出アニオン量の相関関係データを記録した記録手段を準備することで、装置の構造や運用の状況が異なるイオン交換装置に共通して用いることができるアニオン交換樹脂の性能評価装置を提供できる。

【0060】

【発明の実施の形態】以下本発明を図面に示す実施例に基づいて説明する。

#### 【0061】実施形態1

図1は、本発明方法を実施するために構成された復水脱塩装置の構成概要をフロー図として示したものであって、この復水脱塩装置は三つの脱塩塔(通水塔)1を備えている。

【0062】この図において、1はそれぞれ塔内にH形(又はNH<sub>4</sub>形)のカチオン交換樹脂とOH形のアニオン交換樹脂を混合イオン交換樹脂2として充填した脱塩塔を示し、各脱塩塔1の上部には、それぞれ入口弁3を介して復水流入管4が連結され、また下部にはそれぞれ出口弁5を介して復水流出管6が連結されている。

【0063】7は通水終点に達した脱塩塔1から混合イオン交換樹脂2を取出して逆流分離及び再生するための一塔再生方式の再生塔を示し、8はこの再生塔7で再生したカチオン交換樹脂及びアニオン交換樹脂を一時貯留

するための樹脂貯槽を示している。再生塔7の上部は、上記各脱塩塔1の下部と点線で示した樹脂移送管9でそれぞれ連結され、また再生塔7の下部は、樹脂貯槽8の上部と同じく点線で示した樹脂移送管10で連結され、更に、樹脂貯槽8の下部と上記三つの脱塩塔1の上部とはそれぞれ樹脂移送管11で連結されている。なおこれらの樹脂移送管9、10、11を必要時にのみ開路するようにそれぞれ付設されている弁類については、図が複雑となるため便宜的に省略している。

【0064】以上の構成において、復水脱塩装置を通常運転し、いま図の左側の脱塩塔1の混合イオン交換樹脂2が通水終点に達したとすると、他の二つの脱塩塔1、1の通水脱塩処理を継続したまま、上記脱塩塔1の入口弁3及び出口弁5を閉じ、他方図示しない樹脂移送管9の常閉弁を開いて、該脱塩塔1の混合イオン交換樹脂2をスラリー状で再生塔7に移送させる。

【0065】また通水終点に達した樹脂2の再生塔7への移送が終了した時点で、樹脂貯槽8に一時貯留されていた再生済混合イオン交換樹脂2を、樹脂移送管11で上記脱塩塔1にスラリー状で移送させ、移送の完了に伴って上記入口弁3及び出口弁5を開き、再び通水脱塩処理を行なう状態に復帰させる。

【0066】一方、再生塔7に脱塩塔1から送られた混合イオン交換樹脂2は、通常の再生処理により再生が行なわれる。すなわち、再生塔7内に移送された混合イオン交換樹脂は逆流分離等によりアニオン交換樹脂とカチオン交換樹脂が上下二層に分離され、それぞれの樹脂に対して再生剤が通薬される(カチオン交換樹脂に対しては例えば硫酸が酸再生剤として通薬され、アニオン交換樹脂に対しては例えば苛性ソーダがアルカリ再生剤として通薬される)。そしてこれに続き、通薬された薬液の押し出し、樹脂の洗浄を行なって再生処理を終了する。

【0067】再生の終了した混合イオン交換樹脂は樹脂移送管10を通して樹脂貯槽8に移送され、貯留待機される。

【0068】再生塔7における樹脂の再生処理の概要は図2に示される。すなわち、塔701内で逆流され、沈静により比重分離された下部のカチオン交換樹脂702と上部のアニオン交換樹脂703は、分離面704を形成して分離する。そしてカチオン交換樹脂がアルカリ再生剤(例えばNaOH溶液)に接触しないようにするために、再生剤廃液を塔外に排出すコレクタ705はこの分離面704の上側の一定位置(例えば100mm程度)に配置されている。この状態で、まず塔上部からアニオン交換樹脂再生のためのアルカリ再生剤(NaOH溶液)を通薬してコレクタ705から塔外に排出し、次いで、塔下部からカチオン交換樹脂再生のための酸再生剤(例えば硫酸溶液)をカチオン交換樹脂に通薬してコレクタ705から塔外に排出して各樹脂の再生を行う。これにより前記分離面704からコレクタ705のやや

上側に至る一定範囲706に存在しているアニオン交換樹脂は硫酸溶液に接触して $R-SO_4$ 形となり、この $R-SO_4$ 形となったアニオン交換樹脂のアニオン交換樹脂全体に対する割合が例えば5%であれば $R-SO_4$ 5%となる。以上の構成及び操作は従来の復水脱塩装置の場合と同様である。

【0069】上述の説明で明らかな如く、カチオン交換樹脂再生時に硫酸溶液と接触して $R-SO_4$ 形となるアニオン交換樹脂の割合は、コレクタ705の付設位置と形成される分離面704との間の距離によってほぼ決まると言ってもよく、分離面704の位置がコレクタ705の位置から下方に離れるほど硫酸溶液と接触するアニオン交換樹脂の割合は多くなり、逆に分離面704の位置がコレクタ705の位置に近づけば近づくほどその割合は少なくなる。

【0070】なお、復水脱塩装置の再生設備における再生方法には、上述の如くカチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂とを同一の再生塔内で再生するいわゆる一塔再生方式の他に、カチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂とを分離兼カチオン再生塔で比重分離した後、上層に分離されたアニオン交換樹脂をアニオン再生塔に移送して両イオン交換樹脂をそれぞれ別の再生塔で再生する方法があるが、この場合は、アニオン交換樹脂移送後に分離兼カチオン再生塔内に残留しているアニオン交換樹脂がカチオン交換樹脂の再生剤である硫酸と接触することによって $R-SO_4$ 形の樹脂が生成される。この場合、分離兼カチオン再生塔内に残留するアニオン交換樹脂の量、すなわち、硫酸と接触して $R-SO_4$ 形となるアニオン交換樹脂の量は、カチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂との分離面形成位置と、上層に分離されたアニオン交換樹脂を分離兼カチオン再生塔外に抜出してアニオン再生塔に移送するために該分離兼カチオン再生塔に付設されているアニオン交換樹脂の移送口の付設位置との関係によって決まる。

【0071】次に本例における特徴的な構成、操作について説明する。

【0072】上記のように、再生塔7に移送された混合イオン交換樹脂2について所定の再生処理を行ない、一塔再生方式ではこの再生処理が済んだ混合イオン交換樹脂2を樹脂貯槽8に移送し、次の脱塩塔への移送まで貯留待機させる。そして、樹脂貯槽8に貯留していた再生済混合イオン交換樹脂2は、上記イオン交換樹脂を抜いた脱塩塔1に移送され、混合、ブロー、再循環などの操作を行った後、入口弁3及び出口弁5を開いて再び通水脱塩処理を行なう状態に復帰させる。なお、本例の場合は再生塔7での再生処理の終了時点から、樹脂を樹脂貯槽8から脱塩塔1に戻して混合を終了し、ブロー操作を開始する時点までの時間長さがねかし時間となる。

【0073】そして本例においては、再生済混合イオン交換樹脂2を樹脂貯槽8から脱塩塔1に戻し所定の混合

操作を行った後、この脱塩塔に対して例えば、純水供給管12から当該脱塩塔に純水（例えば $5\mu S/cm$ 以下）をSV10~50で所定時間供給する。その際に生ずる排水（純水）を、常閉型弁15を開路して送水管14を介し、図1で示したイオンクロマト分析装置13に送水し、この排水中に漏出した $SO_4$ イオン濃度の測定を行なってアニオン交換樹脂に対するMTC値推定のための測定データを得る。得られた測定データは演算制御装置16に送られる。なお上記イオンクロマト分析装置としては、イオン種を特定してそのイオン量を検出できる装置として知られる上述のイオンクロマトアナライザIC-7000（横河電機（株）社製）を用いることができる。

【0074】図3は、前記演算制御装置の概要を示し、本例では次のように構成されている。すなわち、MPU（マイクロコンピュータユニット）で構成される主演算装置161には、図1の脱塩塔1及び再生処理設備の構成、操作で決まる当該装置の混合イオン交換樹脂2に特有の $R-SO_4$ %（本例では例えば $R-SO_4$ 5%）とねかし時間の情報を、操作者が予めキーボード等の外部入力装置162により入力し、この入力情報により、記憶（記録）装置163から該当する $R-SO_4$ %及びねかし時間に固有のMTC値と漏出アニオン量の相関関係を示すデータを読み出す。なお、この $R-SO_4$ %及びねかし時間に固有のMTC値と漏出アニオン量の相関関係データは、後述する操作により予め調べて例えばROMとして記憶装置163に記憶させておくことができる。

【0075】次に、上述した図1のイオンクロマト分析装置13で、脱塩塔に戻した混合イオン交換樹脂に純水を供給した際にブロー（排出）される純水中に漏出する $SO_4$ イオンを測定（検出）し、純水ブロー開始から一定時間（例えば120分）経過した時点での漏出 $SO_4$ イオン量を検出し、この情報を測定情報として主演算装置161に入力する。

【0076】そして、図1の装置に固有の $R-SO_4$ %及びねかし時間に該当するMTC値と漏出アニオン量の相関関係データに基づいて、上記測定情報の漏出 $SO_4$ イオン量から対応するMTC値を算出する。これが測定対象となっている当該混合イオン交換樹脂中のアニオン交換樹脂のMTC推定値となる。

【0077】算出されたアニオン交換樹脂のMTC推定値は、適宜のCRT等の表示手段164に表示する。また本例ではこのMTC推定値をアニオン交換樹脂の寿命予測演算装置165の入力とし、当該アニオン交換樹脂の交換時期を予測する。この寿命予測演算装置165は例えば比較回路として構成することができる。すなわち、アニオン交換樹脂が所定の脱塩能力を発揮できない

イオン交換能力レベルに該当するMTC値の第1閾値、次ぎの再生処理によって前記第1閾値に達すると予想さ

れるイオン交換能力レベルに該当するMTC値の第2閾値、数回程度の再生処理を繰り返すことで前記第2閾値に達すると予想されるイオン交換能力レベルに該当するMTC値の第3閾値、などの各閾値を設定し、前述した測定により算出したアニオン交換樹脂のMTC推定値とこれら閾値を比較することで、当該アニオン交換樹脂の交換時期を予測できる。

【0078】予測されたアニオン交換樹脂の交換時期の情報は、必要に応じて表示手段166で表示することができる。

【0079】次に、MTC値が既知のアニオン交換樹脂を用いて漏出アニオン量とMTC値の相関関係データを予め調べる操作一例を、発電所の復水脱塩装置で使用される混合イオン交換樹脂の場合を例にして説明する。

【0080】まず、新品（未使用）のカチオン交換樹脂と、新品（未使用）のアニオン交換樹脂、及び発電所の復水脱塩装置で使用された結果イオン交換性能（能力）が劣化（低下）した程度が異なる複数種類のアニオン交換樹脂を準備し、これらのアニオン交換樹脂について、上述した（アンモニアと硫酸ナトリウム）を評価水として用いる「MTC値算出法」によりそのMTC値を正確に求める。なお、本例においてはこれにより求められた前記準備した各アニオン交換樹脂のMTC値を、0.5、1.0、1.5（以上使用済）、2.0（新品）とする。

【0081】次に、アルカリ再生剤としてNaOHを用いて前記アニオン交換樹脂について再生処理を行い、その後、再生後のアニオン交換樹脂に所定量の硫酸を通液することによって、図2で説明したアニオン交換樹脂の酸再生剤と接触する割合（%）が一定（例えばR-SO<sub>4</sub> 5%）の再生済イオン交換樹脂とし、各MTC値のアニオン交換樹脂と予め硫酸を用いて再生した新品のカチオン交換樹脂を各別に混合した混合イオン交換樹脂21として、それぞれ図5に示した脱塩塔を模擬したイオン交換樹脂カラム20に充填し、カラム20上部から純水を所定のSVで通水しながら、排水の一部をイオンクロマト分析装置に導いて、純水通水開始から120分経過していわゆるコンスタントリークと呼ばれる状態に達した時点で該排水に含まれているアニオン（SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）量を測定する。

【0082】この操作を、アニオン交換樹脂のR-SO<sub>4</sub>を0%、5%、10%、15%、20%、25%、30%としてそれぞれ行う。図6は、以上の一例としてMTC値1.5×10<sup>-4</sup>m/secの場合の上記各R-SO<sub>4</sub>%のアニオン交換樹脂から漏出するアニオン（SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>）量を測定したときの経時的な変化を示している。

【0083】以上により、MTC値が既知のアニオン交換樹脂の複数（本例では4種類の）を再生処理した後に、純水（性能評価水）を通水した120分後におけるSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>漏出量が各R-SO<sub>4</sub>%別に得られ、これらの結果

から得られたデータをまとめたのが図7である。これにより、各R-SO<sub>4</sub>%別に漏出SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>量とMTC値の相関関係データが得られる。

【0084】図8は、上記で説明した漏出SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>量とMTC値の相関関係データを得るのと同じ条件で実際の発電所の復水脱塩装置の脱塩塔に純水をブローした場合の漏出SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>量の通水開始からの変化を測定した結果を示したものであり、その通水開始後120分時点でのSO<sub>4</sub><sup>2-</sup>漏出量を検出し、この検出値を図7の相関関係データに照らせば、MTC値が推定できることが分かる。

【0085】なお以上の説明は、ぬかし時間の影響を除外しているが、一般にぬかし時間は多くの装置において同じである場合が多いので、その場合には、そのぬかし時間に合わせて上記模擬試験を行えばよいし、ぬかし時間が異なる場合には、予め装置の運用状況は設計時点で決まるので、それに合わせた模擬試験を行って対応する相関関係データを準備しておくことができる。

【0086】図9は、寿命予測演算装置165におけるアニオン交換樹脂の交換時期を予測する場合の判定方法の一例を示している。

【0087】再生処理毎に測定されるMTC値の変化を、MTC値と時間（日数）の関係で経時的にプロットすると、これらの関係は一般的には傾き一定の一次関数となるのが普通であり、したがって、実機で用いるのには限界となるイオン交換能力のMTC値を、予め定めた交換時期の閾値とし、あるいはその閾値に近づいて交換準備の必要が生ずる別の閾値を設定して、これとの比較により交換時期を予測できる。図9では、例えばMTC値1.00×10<sup>-4</sup>m/secを交換時期を示す閾値として示している。

#### 【0088】実施形態2

上述の実施形態1では、再生処理によって生成するR-SO<sub>4</sub>%を装置特有の一定値とした場合の例について説明したが、R-SO<sub>4</sub>%の生成量は、図2の説明から分かるように再生時に再生塔7内に形成される分離面704の形成位置によって決まり、分離面704が常に一定位置に形成される場合は、R-SO<sub>4</sub>%を装置固有の一定値として運用してよい。

【0089】しかしながら、復水脱塩装置のごとく複数の脱塩塔（通常3塔以上）を有しているイオン交換装置の場合は、これら複数の脱塩塔に充填されるカチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂の容量を厳密に同一とすることは難しく、各脱塩塔ごとにその充填量が多少相違している場合が多い。このような場合には、各脱塩塔に充填されているイオン交換樹脂ごとに、再生塔内において形成される分離面の位置が異なるので、再生処理によって生成するR-SO<sub>4</sub>%の量もその都度異なり、したがってこの場合は同一の装置であってもR-SO<sub>4</sub>%を一定値としてMTC値を推定することには無理がある。

【0090】このような場合には、再生処理毎に、再生塔内において形成される分離面の位置を自動的に計測し、この計測された分離面位置と予め装置設計時に設定された基準分離面位置との関係から、生成される $R-SO_4$  %を求め、この $R-SO_4$  %に基づいて、前記図7のようなグラフからMTC値を推定することが好ましい。

【0091】図10は、基準分離面の位置と生成する $R-SO_4$  の割合( $R-SO_4$  %)との関係の一例を示すグラフであり、横軸は基準分離面と実際に形成される分離面との距離を基準分離面位置を「0」として示したものである。(+)は実際分離面が基準分離面より上方に形成された場合であり、(-)は分離面が基準分離面の下方に形成された場合を意味する。このようなグラフを予め求めておけば、再生塔内に形成される分離面の位置を計測するだけでその時の $R-SO_4$  %を求めることができる。上記基準分離面は、例えばコレクタの下側100mm程度の位置に設定される。

【0092】なお、分離面の位置を計測する方法としては、例えば特開昭58-88038号公報に提案されているごとく、再生塔内に形成される分離面の位置を再生塔の覗き窓に付設したCCDカメラ等の撮像手段により撮影し、得られた撮影情報から、カチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂の色の違いに基づいて分離面の形成位置を検出する方法や、特開平4-83538号公報で提案されているように、撮像手段によって得られた撮影情報から、分離面付近に存在するカチオン交換樹脂とアニオン交換樹脂の粒径の相違に基づいて分離面の形成位置を検出する方法などを用いることができる。

### 【0093】実施形態3

本例は、酸再生剤として塩酸を使用する場合を例示するものであるが、この場合にも、前記実施形態1と全く同様に、まず、新品(未使用)のカチオン交換樹脂と、新品(未使用)のアニオン交換樹脂、及び発電所の復水脱塩装置で使用された結果イオン交換性能(能力)が劣化(低下)した程度が異なる複数種類のアニオン交換樹脂を準備し、これらのアニオン交換樹脂について、上述した「MTC値算出法」によりそのMTC値を正確に求める。

【0094】次に、アルカリ再生剤として $NaOH$ を用いて前記アニオン交換樹脂について再生処理を行い、その後、再生後のアニオン交換樹脂に所定量の塩酸を通液することによって、図2で説明したアニオン交換樹脂の酸再生剤と接触する割合(%)が一定の再生済イオン交換樹脂とし、各MTC値のアニオン交換樹脂と予め塩酸を用いて再生した新品のカチオン交換樹脂を各別に混合した混合イオン交換樹脂2-1として、それぞれ図5に示した脱塩塔を模擬したイオン交換樹脂カラム2.0に充填し、カラム2.0上部から純水を所定のSVで通水しながら、排水の一部をイオンクロマト分析装置に導い

て、純水通水開始から120分経過していわゆるコンスタントリークと呼ばれる状態に達した時点で該排水に含まれているアニオン( $Cl^-$ )量を測定する。

【0095】この操作を、アニオン交換樹脂の $R-Cl$ を0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, 30%としてそれぞれ行う。図11は、以上の一例としてMTC値 $1.6 \times 10^{-4} m/sec$ の場合の上記各 $R-Cl$  %のアニオン交換樹脂から漏出するアニオン( $Cl^-$ )量を測定したときの経時的な変化を示している。以上により、MTC値が既知のアニオン交換樹脂の複数(本例では4種類の)を再生処理した後に純水(性能評価水)を通水した120分後における $Cl^-$ 漏出量が各 $R-Cl$  %別に得られ、これらの結果から得られたデータをまとめたのが図12である。これにより、各 $R-Cl$  %別に漏出 $Cl^-$ 量とMTC値の相関関係データが得られる。

【0096】図13は、上記で説明した漏出 $Cl^-$ 量とMTC値の相関関係データを得るのと同じ条件で実際の発電所の復水脱塩装置の脱塩塔に純水をブローした場合の漏出 $Cl^-$ 量の通水開始からの変化を測定した結果を示したものであり、その通水開始後120分時点での $Cl^-$ 漏出量を検出し、この検出値を図11の相関関係データに照らせば、MTC値が推定できることが分かる。

### 【0097】

【発明の効果】本発明によれば、工業的にはいずれも不十分、ないし一層の改善が求められている従来のアニオン交換樹脂の経時的な劣化度の判定、ひいては交換時期の事前予測を正確に測定できる方法、装置を提供できるという効果がある。

【0098】また本発明によれば、復水脱塩装置等のイオン交換装置において実際に使用されているアニオン交換樹脂を、当該装置から外部に取り出すことなくインラインの状態にて性能評価でき、これによって測定作業の労力や時間の無駄をなくした方法、及び装置を提供できるという効果がある。

【0099】更に本発明によれば、装置内(インライン)で性能評価することにより、樹脂の粒径分布等による性能劣化の違いの影響を少なくして、正確で精度の高い性能評価等ができるという効果がある。

【0100】更にまた本発明によれば、特に、本装置で様々な理由で個別的に設計され、その結果構造が異なり運用状況も異なる様々な実際の発電設備に付属して稼働されている復水脱塩装置のアニオン交換樹脂の性能劣化状態を、また個別的に運用される各設備に固有の要素の影響を軽減ないし解消してアニオン交換樹脂の性能、ひいては該樹脂の交換時期をできるだけ正確に評価、判定できるという効果があり、イオン交換樹脂の有効利用、廃棄物量の削減を図ることができる。

### 【図面の簡単な説明】

【図1】本発明方法を実施するための構成を備えたイオ

## 21

ン交換装置の構成概要一例を示した図。

【図2】再生処理の操作一例を説明するための再生塔を示した図。

【図3】本発明方法を実施するための信号処理装置の構成概要を示した図。

【図4】図3の操作一例をフローチャートで示した図。

【図5】MTC値既知のアニオン交換樹脂を用いて行う $\text{SO}_4^{2-}$ 漏出量を測定する模擬試験装置を示した図。

【図6】図5の試験の結果の一例を示した図であり、横軸は時間、縦軸は処理水中の $\text{SO}_4$ イオン漏出量を示した片対数グラフである。

【図7】MTC値と $\text{SO}_4^{2-}$ 漏出量の相関関係データをR- $\text{SO}_4$ %別に示した図。

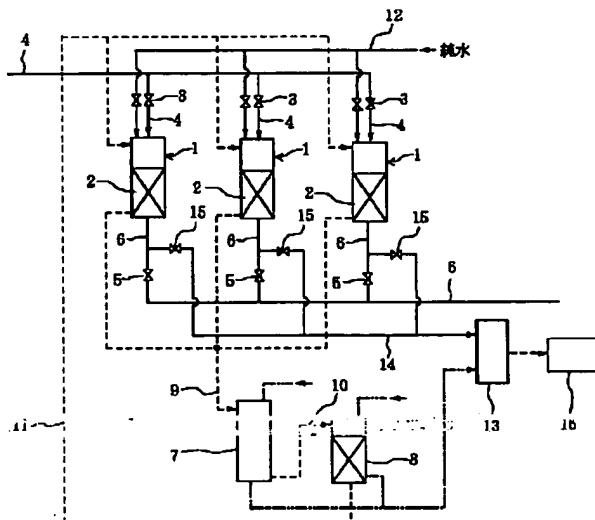
【図8】実機における $\text{SO}_4^{2-}$ 漏出量の測定例を示した図。

【図9】アニオン交換樹脂の交換時期を予測する場合の判定方法の一例を示した図であり、横軸は通水サイクル(日)、縦軸は再生処理毎に測定されるMTC値を示したグラフである。

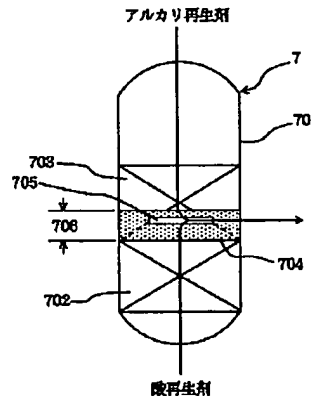
【図10】再生塔内において形成される分離面の位置と、生成R- $\text{SO}_4$ %との関係を示した図。

【図11】MTC値既知のアニオン交換樹脂を用いて行う $\text{Cl}^-$ 漏出量を測定する試験の結果の一例を示した図であり、横軸は時間、縦軸は処理水中の $\text{SO}_4$ イオン漏出量を示した片対数グラフである。

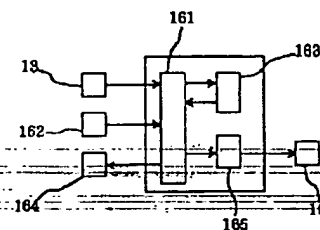
【図1】



【図2】



【図3】



## 22

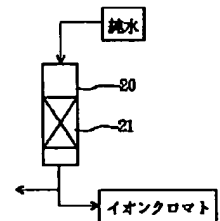
【図12】MTC値と $\text{Cl}^-$ 漏出量の相関関係データをR- $\text{Cl}$ %別に示した図。

【図13】実機における $\text{Cl}^-$ 漏出量の測定例を示した図。

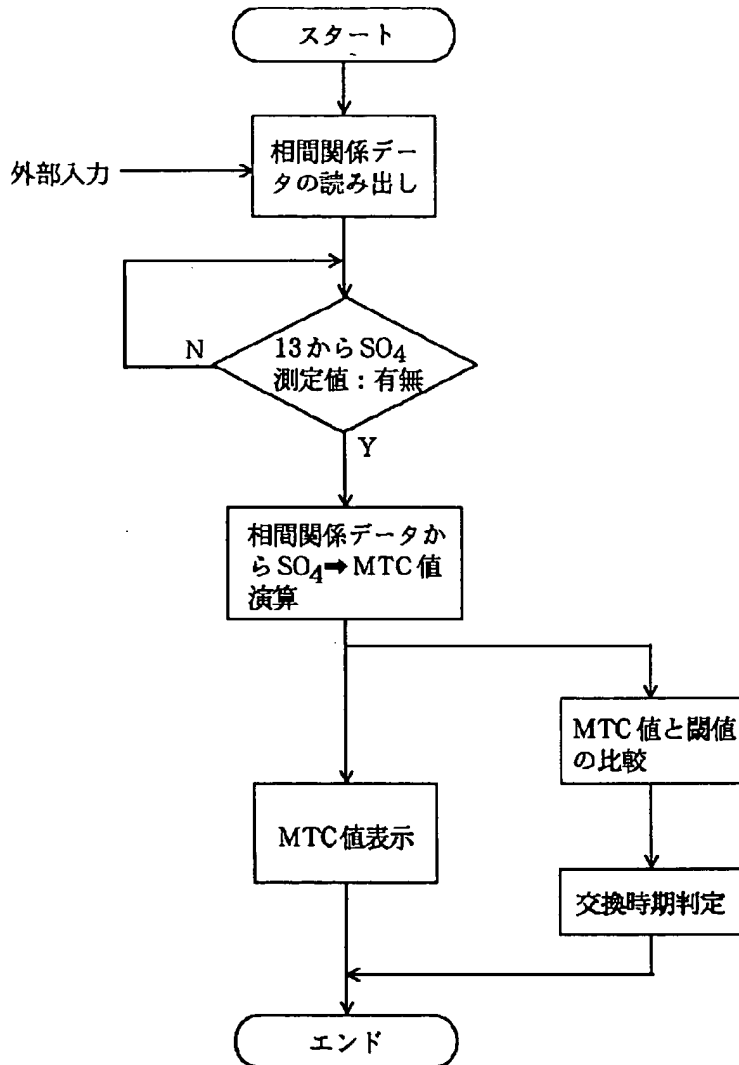
【符号の説明】

- |                  |               |
|------------------|---------------|
| 1: 脱塩塔           | 2: 混合イオン交換樹脂  |
| 3: 入口弁           | 4: 復水流入管      |
| 5: 出口弁           | 6: 復水流出管      |
| 7: 再生塔           | 8: 樹脂貯槽       |
| 9, 10, 11: 樹脂移送管 | 12: 純水供給管     |
| 13: イオンクロマト分析装置  | 14: 送水管       |
| 15: 常閉型弁         | 16: 演算制御装置    |
| 20: カラム          | 21: 混合イオン交換樹脂 |
| 161: 主演算装置       | 162: 外部入力装置   |
| 163: 記憶(記録)装置    | 164: 表示手段     |
| 165: 寿命予測演算装置    | 166: 表示手段     |
| 701: 塔           | 702: カチオン交換樹脂 |
| 703: アニオン交換樹脂    | 704: 基準分離面    |
| 705: コレクタ        | 706: 一定範囲     |

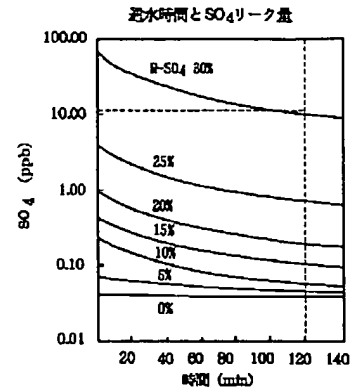
【図5】



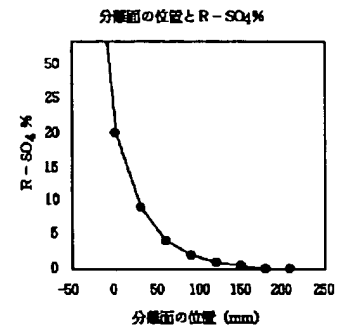
【図4】



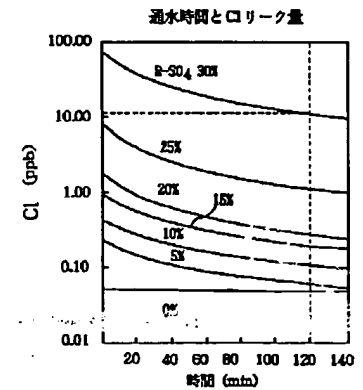
【図6】



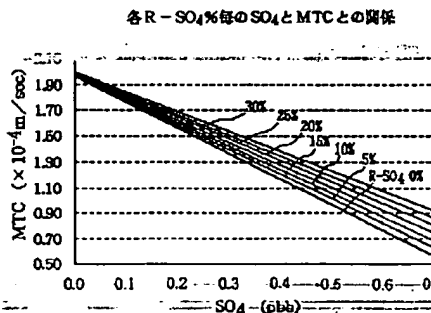
【図10】



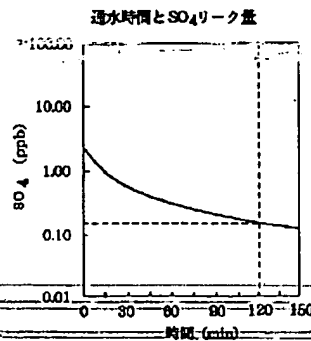
【図11】



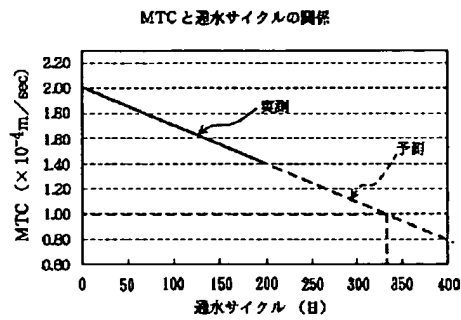
【図7】



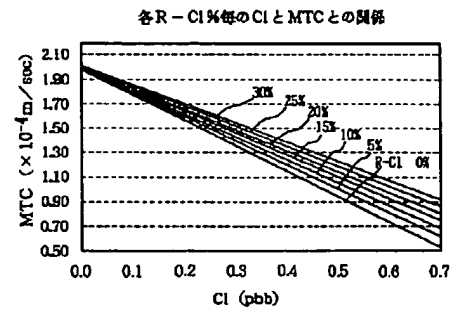
【図8】



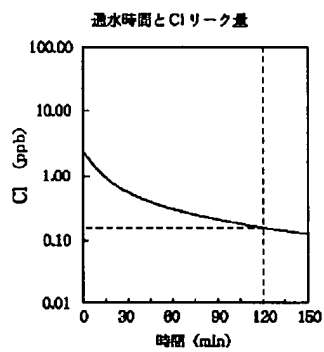
【図9】



【図12】



【図13】



フロントページの続き

(72)発明者 本多 哲之  
東京都文京区本郷5丁目5番16号 オルガ  
ノ株式会社内



## \* NOTICES \*

JPO and NCIP are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## DETAILED DESCRIPTION

---

### [Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Field of the Invention] This invention relates to the method of evaluating the engine performance of the anion exchange resin used with ion exchange units, such as an approach of evaluating the engine performance of the anion exchange resin used with the ion exchange unit which processes the water containing an ion component, and a condensate demineralizer especially installed in condensation systems, such as a thermal power station and a nuclear power plant, and the equipment used for this.

[0002]

[Description of the Prior Art] The case where the background technique and conventional method of this invention are applied to the condensate demineralizer in the circulating water system furnished to the electric power plant of thermal power or atomic energy is made into an example, and it explains below.

[0003] A facility of a thermal power station or a nuclear power plant cools the steam after making a turbine drive in seawater etc., and is used as condensation, the cycle of making a turbine drive with the steam which heated this condensation again and obtained it is repeated, and the water in the system through which it circulates in this cycle is polluted with various kinds of impurity ion and iron-oxide particles (clad). Then, a condensate demineralizer (ion exchange unit) is installed in the middle of the above-mentioned circulating water system for the removal.

[0004] Equipment of the recovered line for reproducing the ion exchange resin which the condensate demineralizer generally consisted of water flow networks which consist of a mixed bed type condensate polisher (only henceforth a "condensate polisher"), and was usually used by this condensate polisher is carried out. As ion-exchange resin, they are H form or NH<sub>4</sub>. It is used so that an ion-exchange operation may remove impurities contained in the condensation which mixes and uses formal strong acid nature cation exchange resin and the ion-exchange resin of the strong base nature anion exchange resin of OH form, and lets water flow, such as Na ion and Cl ion, and the clad in condensation may be removed by filtration or the absorption with deionizer if needed. When a water flow terminal point is arrived at in more than one usually being prepared, and one condensate polisher reaching the pressure loss and the constant volume throughput by are recording of a clad, or ion exchange resin being saturated with impurity ion etc., separating the condensate polisher which reached the water flow terminal point from a water flow network, and continuing the water flow by other condensate polishers, the above-mentioned condensate polisher regenerates the ion exchange resin of the separated condensate polisher by the recovered line, and enables continuation and playback of water flow.

[0005] Regeneration stores regenerated ion exchange resin in the tank temporarily. The method which returns the regenerated ion exchange resin stored in this tank temporarily while making the ion exchange resin of a condensate polisher which reached the water flow terminal point transport to a regeneration tower to this condensate polisher, There are various approaches, such as a method which the ion exchange resin from one condensate polisher is regenerated without having a tank, and is again returned to the original condensate polisher. Playback actuation An anion exchange resin divides into the upper layer after rinsing removal processing of the clad by bubbling, and cation exchange resin is made to

divide into a lower layer with a specific gravity difference. one column which performs processing to which cation exchange resin \*\*\*\* acid regenerants, such as a sulfuric acid, and alkali regenerants, such as caustic alkali of sodium, are \*\*\*\*(ed) to an anion exchange resin, and desorption of the impurity ion is carried out -- a playback system -- an anion and both the ON exchange resin of a cation are divided into a separate regeneration tower, and it reproduces in each regeneration tower -- another -- a column -- there is a playback system etc.

[0006] As mentioned above, while the ion exchange resin used by the condensation condensate polisher repeats regeneration, generally it is used over several years, but since it will not be avoided that the engine performance deteriorates gradually if ion exchange resin is used for a long period of time, the ion exchange resin with which the engine performance deteriorated is exchanged. This performance degradation appears notably especially in the anion exchange resin which may receive contamination by the organic substance etc.

[0007] In order to exchange the ion exchange resin with which the engine performance deteriorated, judging degradation extent as correctly as possible and managing the exchange stage appropriately is strongly called for with industrial equipment. Since use materials can be used effectively by performing this management appropriately and reduction of the amount of trash can especially be attained in a nuclear power plant, it is very useful, and it is because the employment cost of the condensation demineralization network in an electric power plant can be further reduced through these.

[0008] Although the proposal for grasping as correctly as possible the engine performance (condition of degradation) of ion exchange resin is made by the former from such a viewpoint, since the performance evaluation of the ion exchange resin actually used by the condensation condensate polisher is not technically easy, it is not easy to manage the exchange stage of ion exchange resin appropriately in industrial equipment.

[0009] For example, the ion exchange resin sampled from the real unit is filled up with JP,61-162749,A into a column with the same resin layer quantity as a real unit, and the method (henceforth a "sampling method") of judging the engine performance of ion exchange resin from the water quality of the treated water through trial water to this is proposed. However, this approach extracts ion exchange resin from a real unit, since it is based on actuation of a sampling method of performing a performance evaluation test using another trial column, it requires the time amount of several days or more, and it has the problem that real-time correspondence cannot be performed. Moreover, the test result by this approach also has the fault which cannot be referred to as that the engine performance of the ion exchange resin actually used is shown correctly. That is, it is because the anion exchange resin (the same is said of cation exchange resin) used with a condensate demineralizer has distribution width of face fixed about particle size, and effect of it not reflecting correctly the engine performance of the whole anion exchange resin of a real unit cannot be disregarded even if it examines the ion exchange resin which carried out the little sampling to the degree of performance degradation relating with the difference in this particle size (refer to JP,62-4448,A).

[0010] Although there is a proposal of JP,62-4448,A and JP,2-36340,A as another conventional method, since it is the approach these as well as the above sample and carry out the performance evaluation of the ion exchange resin, the fault of the sampling method mentioned above to use with industrial equipment is unconquerable.

[0011] Apart from these sampling (off-line) methods, the information directly acquired from a real unit is measured, and the approach of carrying out the performance evaluation of an anion exchange resin is proposed (JP,4-220562,A). this approach -- the ion exchange resin after regeneration -- water flow -- the time of returning to a column and letting pure water, condensation, etc. flow -- this water flow -- it is the approach of repeating actuation of measuring directly the anion leak leaked from a column, for every regeneration, investigating the hysteresis of change of the anion leak for every regeneration, and judging advance extent of the performance degradation of an anion exchange resin based on this.

[0012] There is the following advantage in this approach. Namely, the amount of the anion (in the case of this sulfuric acid, when the regenerant of cation exchange resin is a sulfuric acid, it explains below  $\text{SO}_4^{2-}$ ) leaked during usual water flow operation after returning the reproduced ion-exchange resin to

operational status is a minute amount very much. Moreover, although changing by various factors is deficient in dependability as information which evaluates the engine performance of an anion exchange resin since it is not avoided since it is data obtained from a real unit reproduced ion exchange resin -- water flow -- the time of the initial water flow returned to the column -- ion exchange resin to SO<sub>4</sub> A certain amount of [ ion ] phenomenon leaked time-continuing is accepted, and although it is a minute amount, if this SO<sub>4</sub>-exsorption is usually compared at the time of operational status, there is. [ much ] There The underwater ion kind which flows out of a column is specified. if an ion chromatography analysis apparatus (for example, ion chromatography measuring device for processes which carried ion chromatography analyzer IC-7000 by YOKOGAWA ELECTRIC CORP. (AU-10)) etc. is used -- water flow of a real unit -- That amount is on-line (in-line) detectable, and moreover, while the exsorption behavior (property which a leak dwindles) of this SO<sub>4</sub>- in early stages of a water flow return has repeated playback, it changes. since the change is reflecting degradation of the engine performance of an anion exchange resin -- water flow of a real unit, if the exsorption behavior of SO<sub>4</sub>- at the time of returning reproduced ion exchange resin to a column, and resuming water flow is measured for every regeneration and the change hysteresis of an anion exchange resin is investigated The advance degree of the performance degradation of an anion exchange resin can be judged.

[0013] water flow of the real unit which is used industrially according to this approach -- since the condition of performance degradation can be judged from a column, using directly the information which SO<sub>4</sub>- leaks, it excels in the point which can solve the problem of the above-mentioned sampling method which must take out some ion exchange resin.

[0014]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] By the way, the above-mentioned approach is excellent in the point which does not need a resin sampling as a performance-evaluation method of the anion exchange resin of a industrial condensate demineralizer. However, applying the data obtained with specific equipment to other equipments has the problem of being difficult.

[0015] This problem is explained as follows. Namely, generally some anion exchange resins mixed and used with a condensate demineralizer contact the regenerant (sulfuric acid) of cation exchange resin at the time of playback, and it is SO<sub>4</sub>. It becomes a form (henceforth "R-SO<sub>4</sub> a form") and is SO<sub>4</sub> in early stages of a water flow return. Although leaked out, the extent is R-SO<sub>4</sub>. It is in being influenced of (%) not being comparatively uniform by an equipment configuration etc. by the anion exchange resin used as a form. For this reason, the actual condition cannot apply simply the decision based on the change historical data of the anion leak for every regeneration obtained with one equipment to other equipments.

[0016] In addition, originally the sulfuric acid which is a cation-exchange-resin regenerant as mentioned above contacts the anion exchange resin with which it should contact and which does not come out, and a part is R-SO<sub>4</sub>. The reason used as a form is based on the following thing. That is, although actuation of separating an anion exchange resin and cation exchange resin with a specific gravity difference, and \*\*\*\*(ing) a regenerant to each is performed in a condensate demineralizer, it is because the playback approach and equipment configuration which are prevented as much as possible are usually adopted [ that mixture of both ion-exchange resin is not avoided near the separation side, but Na form molar fraction in the cation exchange resin after playback, on the other hand, contacts the caustic alkali of sodium whose cation exchange resin is an anion-exchange-resin regenerant since lessening this extremely is generally called for and ]. this problem -- one column -- a playback system -- another -- a column -- it exists also in any of a playback system. In addition, when an acid regenerant is a hydrochloric acid, some anion exchange resins serve as a R-Cl form.

[0017] Moreover, the approach of said JP,4-220562,A which observed the change hysteresis of the anion leak for every regeneration leaked from an anion exchange resin also has the problem that it is not enough to cope with that the high demineralization engine performance which the ion concentration under very advanced demineralization engine performance for which the latest condensate demineralizer is asked, for example, condensation, says less than in 0.1microg [l.] /with Na ion, and says less than in 0.1microg/l. with Cl ion is called for. That is, since the scale of a facility of each electric-power plant

attachment, the situation of a configuration or employment, etc. influence the change hysteresis of the above-mentioned anion exsorption used as the index which determines the exchange stage of ion exchange resin as mentioned above, presuming the prediction range of an exchange stage with a certain amount of width of face is not avoided. In order to secure the high demineralization engine performance to a condensate polisher under this situation, it becomes the employment inclination for within the limits of the exchange stage predicted to also perform early resin exchange, therefore the more exact evaluation approach is searched for.

[0018] As mentioned above, although there is a proposal which is going to measure the degree of degradation of the ion exchange resin currently used for the condensate demineralizer with time from the former, the present condition is that insufficiency thru/or much more improvement is called for each industrially.

[0019] The property of a viewpoint to an anion exchange resin in which this invention tends to solve a problem with difficult conquest with the above conventional techniques, The run cycle of an ion exchange unit, especially the above-mentioned condensate demineralizer is examined in a detail. How to perform effectively the performance evaluation of an anion exchange resin with a high precision as correctly as possible reflecting the condition of the performance degradation of an anion exchange resin, And it is made for the purpose of offer of the equipment for an approach effective in predicting the exchange stage of ion exchange resin in advance, and the performance evaluation which can be further used for operation of these approaches.

[0020] Moreover, another purpose of this invention makes it possible to carry out a performance evaluation in the in-line condition, without picking out outside the anion exchange resin actually used in ion exchange units, such as a condensate demineralizer, from the equipment concerned, and is in the place which offers the approach which lost the effort of measurement, and the futility of time amount by this, and equipment.

[0021] Furthermore, without picking out actual ion exchange resin from the equipment concerned outside, by carrying out a performance evaluation within the equipment (in-line), another purpose of this invention lessens effect of a difference of the performance degradation by the particle size distribution of resin etc., is exact and is to offer the approach and equipment which can perform a performance evaluation with a high precision etc.

[0022] This invention lets achievement of the above various purposes pass. Especially The performance degradation condition of the anion exchange resin of the condensate demineralizer which is attached to various actual generation-of-electrical-energy facilities with which it is individually designed by various reasons with a real unit, structures differ as a result, and employment situations also differ, and is working Moreover, it is in the place which offers the equipment which offers the approach that the effect of the element of a proper is mitigated thru/or canceled to each facility employed individually, and the engine performance of an anion exchange resin, as a result the exchange stage of this resin can be evaluated and judged as correctly as possible, and can enforce this approach.

[0023]

[Means for Solving the Problem] The aforementioned purpose is attained by invention indicated to each claim of the claim of this application.

[0024] Invention of the performance-evaluation approach of the anion exchange resin used with the ion exchange unit of this application claim 1 lets performance-evaluation water flow to the anion exchange resin which regenerated, and is characterized by presuming the mass transfer coefficient (Mass Transfer Coefficient:MTC) value of the anion exchange resin concerned based on the measured value which measured and obtained the amount of anions leaked in this performance-evaluation water.

[0025] Moreover, invention of this application claim 2 lets performance-evaluation water flow to the anion exchange resin after regeneration, and is characterized by to presume the MTC value of this anion exchange resin based on the measured value which measured and obtained the amount of anions leaked during this water flow in the equipment which has the water-flow network prepared so that an anion exchange resin might remove impurity ion, and the recovered line which carries out chemical playback and returns this anion exchange resin to a water-flow network.

[0026] Furthermore, invention of this application claim 3 let performance evaluation water flow on the mixed ion exchange resin of the cation exchange resin after regeneration, and an anion exchange resin, and be characterize by to presume the MTC value of the anion exchange resin concerned based on the measured value which measured and obtained the amount of anions leak during this water flow in the equipment which have the water flow network prepared so that an anion exchange resin and cation exchange resin might remove impurity ion, and the recovered line which carry out chemical playback of the cation exchange resin at least.

[0027] The above mentioned "the mass transfer coefficient (MTC)" is an index numeric value which shows the ion exchange reaction rate of ion exchange resin. Correctly About an anion exchange resin, mix the anion exchange resin (OH form) of the measuring object, and new cation exchange resin (H form) by the predetermined ratio, and it is filled up in a column. It can ask by the following formula (i) as sulfate ion passing speed in the resin layer when letting the ammonia and the sodium sulfate of fixed concentration flow in this column (this is called "MTC value computing method" below). In addition, generally K value of a new article anion exchange resin shows the value of  $2.0 \times 10^{-4}$  m/sec extent.

[0028]

[Equation 1]

$$K = \frac{F}{6(1-\varepsilon)R} \cdot \frac{d(\ln C_0/C)}{A \cdot L} \quad \dots (i)$$

式中において

K : 物質移動係数 (m/sec)

$\varepsilon$  : 空隙率

R : アニオン交換樹脂の比率

F : 流速 ( $m^3/sec$ )

A · L : 樹脂量 ( $m^3$ )

d : 樹脂粒径 (m)

$C_0$  : 入口  $SO_4$  濃度

C : 出口  $SO_4$  濃度

[0029] The reason this invention person adopted said configuration is based on the following thing. That is, an MTC value is an index which shows the ion exchange reaction rate which ion exchange resin has, and expresses the ion-exchange capacity (engine performance) of resin directly. Therefore, since the performance degradation of the anion exchange resin produced by organic substance contamination etc. is the fall of the ion-exchange capacity of resin, if this MTC value is known, it can judge the ion-exchange capacity of the anion exchange resin concerned, or extent of that fall (degradation) with time.

[0030] However, it is necessary for measurement of an MTC value to use evaluation water (ammonia and sodium sulfate) special as mentioned above, and to be unable to let this flow to a real unit, therefore for measurement of an MTC value to perform the so-called resin sampling, and to measure over the time amount for about several days. However, now, the problem of the conventional sampling method is unsolvable.

[0031] Then, when it lets water flow to the anion exchange resin which this invention person etc. advanced examination further and was returned to the water flow system after playback in the real unit. The amount which an anion (acid radical) leaks during this water flow is dependent on the ion exchange reaction rate which the anion exchange resin concerned has. On the other hand, the MTC value of an anion exchange resin has an ion exchange reaction rate and functionality, and came to invent the above-mentioned configuration paying attention to the ability to presume the MTC value of the anion exchange resin concerned based on the measured-value (detection value) data of an anion leak. In addition, as performance-evaluation water used in this invention, high purity waters, such as pure water which does not contain the ion of claim 4, and ultrapure water, or condensation can be mentioned, and, generally condensation is used suitably. moreover, water flow of the performance-evaluation water to the anion exchange resin after regeneration—this resin—water flow—when carrying out after returning to a

column, carrying out in a regeneration tower and carrying out within a resin storage tank, \*\*\*\*\* can also perform.

[0032] In addition, although the approach of carrying out chemical playback only of the cation exchange resin, transporting both ion exchange resin to after an appropriate time at a water flow network, and resuming water flow of condensation is proposed as the playback approach of a condensate demineralizer of having a water flow network and a recovered line, without performing chemical playback of an anion exchange resin in a recovered line when water flow processing of condensation is completed (JP,6-170362,A), the performance-evaluation approach of the anion exchange resin of this invention is suitably [ in such a case ] applicable.

[0033] As concrete operations of MTC value presumption based on the measured-value data of said anion leak, the approach of claims 6-10 can be mentioned, for example, and it mentions later about this.

[0034] Since the ion-exchange capacity at the measurement time of the anion exchange resin concerned can be substantially searched for by presuming the MTC value of an anion exchange resin according to this invention, an exchange stage can be predicted in advance correctly.

[0035] In addition, the above "the MTC computing method" by the sampling method may be operated suitably at a required stage.

[0036] It is invention of this application claim 6 preparing two or more anion exchange resins with which the value of MTC is known and the values' differ presumption of the MTC value in each aforementioned invention, and letting performance-evaluation water flow for every anion exchange resins of these. The value of MTC and the correlation of the amount of anions leaked performance-evaluation underwater are beforehand investigated according to each anion exchange resin with which MTC values differ. It is characterized by presuming the MTC value of the anion exchange resin of the measuring object concerned based on said said correlation relational data which investigated beforehand and has been obtained from the measured value of the amount of anions leaked when both correlation relational data is obtained and it lets performance-evaluation water flow to the anion exchange resin of the measuring object.

[0037] As an anion exchange resin of MTC value known said in this invention, what calculated the MTC value with the above "the MTC computing method" can be mentioned, for example about new article resin and two or more anion exchange resins with which the conditions that the engine performance deteriorated by use differ. although an MTC value is not what is limited as a known thing - 0.5, 1.0, and 1. -- the case where four kinds of 5 and 2.0 ( $\times 10^{-4}$  m/sec) are used etc. can be illustrated.

[0038] It is performing the trial examination which lets flow performance-evaluation water (the high purity water or condensation preferably used with a real unit) for every anion exchange resin of MTC value known predetermined [ above mentioned ] according to this invention. Since the relation of the amount of anions leaked according to the anion exchange resin for every MTC value performance-evaluation underwater can be investigated beforehand and an MTC value and the fixed correlation of the amount of anions leaked during trial examination water flow can be acquired for example, actual equipment -- after [ playback ] water flow -- based on the correlation, an MTC value can be presumed from the amount of anions leaked during water flow from the anion exchange resin returned to the column.

[0039] the rate (%) that some anion exchange resins of invention of this application claim 7 contact an acid regenerant in invention of said claim 6 in the correlation relational data of the amount of anions leaked from the value and this anion exchange resin of the mass transfer coefficient about the anion exchange resin of MTC value known investigated beforehand -- it is characterized by asking independently.

[0040] The rate (%) that some anion exchange resins contact an acid regenerant is decided by the location of the collector (discharge means of playback drugs) arranged near the separation side when separating the configuration especially the anion exchange resin, and cation exchange resin of equipment up and down with a specific gravity difference etc., and, generally is 5% - about 30% of range, and the anion (the case where a regenerant is a sulfuric acid --  $\text{SO}_4^{2-}$ ) contained in the anion exchange resin returned to the water flow network. In the case of a hydrochloric acid, it is  $\text{Cl}^-$ . Since the

amounts of exsorption anions also differ comparatively (it says below that this is "R-SO4 %" or "R-Cl %", and the following explanation represents and explains by "R-SO4 %") About the anion exchange resin of MTC value known mentioned above, to each R-SO4 % of every performing the trial examination which investigates beforehand the correlation relational data of the MTC value according to anion exchange resin with which each MTC values differ, and the measured value of the amount of anions leaked to performance-evaluation underwater -- R-SO4 % -- another both correlation can be acquired. As R-SO4 % investigated beforehand, although not limited, the case where it carries out by dividing into 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, and 30% of each \*\*, for example can be mentioned typically.

[0041] According to this invention, even when R-SO4 %s differ, for example for every equipment of a condensate demineralizer, the MTC value in the measurement time of the anion exchange resin concerned can be more correctly presumed from the amount of anions leaked during water flow with actual equipment using the data investigated beforehand about corresponding R-SO4 %.

[0042] After invention of this application claim 8 regenerates an anion exchange resin for the correlation relational data of the value of the mass transfer coefficient about the anion exchange resin of MTC value known, and the measured value of the amount of anions leaked from this anion exchange resin, it is characterized by asking independently (it being called "aging time amount") in time amount length until it lets performance-evaluation water flow.

[0043] the water flow from the time of generally regeneration, i.e., regeneration of regenerant \*\*\*\*- drugs extrusion-washing for example, ending said aging time amount -- although time amount die length until it returns to a column and resumes water flow is said, in this invention, the time amount die length from after regeneration to water flow initiation of performance-evaluation water is said. It lays down and the merits and demerits of time amount are not based on the condition situation of migration of an anion-exchange resin or storage maintenance, but when the anion in resin is spread out of resin, the anion leak after resumption of water flow is influenced. Therefore, in order to calculate a more exact MTC value, it is desirable to adopt the configuration of the above-mentioned invention in consideration of this effect. In addition, by the effect of aging time amount being comparatively small, and aging to sleep even when R-SO4 %s differ, since an approximation inclination is accepted, the effect of time amount may be made to amend the case of other R-SO4 %s using the data investigated about one anion exchange resin of R-SO4 %.

[0044] according to this invention -- the water flow from anion-exchange-resin playback of a condensate demineralizer -- even when time amount die length (aging time amount) until it returns to a column and resumes water flow differs, the MTC value in the measurement time of the anion exchange resin concerned can be more correctly presumed from the measured value of the amount of anions leaked during water flow with actual equipment.

[0045] Invention of this application claim 9 is characterized by to calculate the MTC value of the anion exchange resin of the measuring object using these calibration-curve data in each aforementioned invention from the measured value of the amount of exsorption anions obtained when presumption of an MTC value asked for the calibration-curve data in which the relation between the amount of exsorption anions and an MTC value is shown beforehand based on the correlation relational data of a known MTC value and the amount of exsorption anions and it let performance-evaluation water flow to the anion exchange resin of the measuring object.

[0046] According to this invention, the MTC value correlated with the amount of anions leaked from the anion exchange resin of the measuring object can be easily calculated using calibration-curve data.

[0047] In addition, it replaces with using the above-mentioned calibration curve, and asks for the empirical formula showing the correlation relational data of an MTC value and the amount of exsorption anions, and the measured value of the amount of exsorption anions obtained when it let performance-evaluation water flow to the anion exchange resin of the measuring object is substituted for this empirical formula, and an MTC value can be calculated.

[0048] Invention of this application claim 10 is characterized by considering the time of measuring the anion leak leaked from an anion exchange resin as the time of the anion exsorption value change.



contained in the performance-evaluation underwater which lets water flow becoming minute in each aforementioned invention.

[0049] on the above and saying [ the anion exsorption value of change "is minute" ] -- change of the anion leak per unit time amount -- 0 - 0.5microg/[l. ]/-- for 30 minutes, the case for 0 - 0.1microg/l. / 30 minutes can be said preferably, and the case where it is in the condition which reached the point that generally exsorption of an anion was called the so-called constant leak can be mentioned.

[0050] Since according to this invention it measures when the change degree of a leak becomes small (detection), effect of a measurement error can be lessened.

[0051] invention of this application claim 11 -- each aforementioned invention -- setting -- after [ playback ] water flow -- after carrying out water-flow initiation of the performance-evaluation water for the time of measuring the anion leak leaked from the anion exchange resin returned to the column to an anion exchange resin, it is characterized by predetermined time and generally to consider as the time of the range for 30 minutes - 120 minutes carrying out time amount progress preferably for 10 minutes to 180 minutes, and according to this invention, measurement can be simplified.

[0052] Each above invention is effective in the performance evaluation of the anion exchange resin used with the condensate demineralizer which could use for the performance evaluation of the anion exchange resin of the ion exchange unit which reproduces and uses ion exchange resin, and was especially installed in the condensation circulation network of an electric power plant, and prior prediction of an exchange stage.

[0053] Invention of the performance-evaluation equipment of the anion exchange resin of this application claim 13 The record means which recorded the result of having investigated beforehand the correlation relational data of the MTC value according to each anion exchange resin, and the amount of exsorption anions, by measuring the amount of anions which lets performance-evaluation water flow to two or more anion exchange resins with which an MTC value is known and the values differ, and is leaked during the water flow, It is characterized by having an operation means to calculate the MTC value of the anion exchange resin this measured from a measurement means to measure the amount of anions leaked to the performance-evaluation underwater which let water flow to the anion exchange resin after regeneration, and the this measured amount of anions and the recording information of said record means.

[0054] As a measurement means to measure the amount of anions leaked to the performance-evaluation underwater in said configuration, the ion chromatography analysis apparatus (the ion chromatography measuring device for processes which carried ion chromatography analyzer IC-7000 (AU-10): YOKOGAWA ELECTRIC CORP. make) mentioned above can be used.

[0055] Generally said record means and an operation means can be constituted using computer technology, and an internal-storage means (memory), an enternal memory means, etc. can be used for them as a record means.

[0056] According to this invention, the amount of anions leaked in the performance-evaluation water which let water flow to the anion exchange resin after regeneration can be measured with a measurement means (detection), and the MTC value of the anion exchange resin of the measuring object can be presumed in the light of the correlation relational data of an MTC value and the amount of exsorption anions which recorded that measurement result on the record means beforehand.

[0057] Invention of this application claim 14 is characterized by having a judgment means to compare the threshold of MTC beforehand determined as the mass-transfer coefficient (MTC) value of the anion exchange resin obtained with the aforementioned operation means, and to judge the exchange stage of an anion exchange resin, according to this, it can predict the exchange stage of an anion exchange resin, and employment and managing it, such as preparation of ion exchange resin, become easy.

[0058] The record means which recorded correlation relational data with the amount of anions leaked when equipment invention of this application claim 15 lets performance-evaluation water flow in said invention to the MTC value of each anion exchange resin, and each anion exchange resin It is

~~characterized by recording correlation relational data independently in time amount length until some anion exchange resins let performance-evaluation water flow a rate [ of contacting an acid regenerant ]~~



(%) exception, and/or after regeneration. Invention of claim 16 is characterized by the thing which specify the correlation relational data applicable to the anion exchange resin of the measuring object and for which it has external input means, such as a keyboard, for example from from among the correlation relational data recorded on said record means.

[0059] According to this invention, the performance-evaluation equipment of the anion exchange resin which can be used in common with the ion exchange unit with which the structure of equipment differs from the situation of employment by preparing the record means which recorded the correlation relational data of an MTC value in case [ various ] R-SO<sub>4</sub> % differs from aging time amount, for example, and the amount of exsorption anions can be offered.

[0060]

[Embodiment of the Invention] This invention is explained based on the example shown in a drawing below.

[0061] The configuration outline of the condensate demineralizer constituted in order that operation gestalt 1 drawing 1 might enforce this invention approach was shown as a flow Fig., and this condensate demineralizer is equipped with three condensate polishers (water flow column) 1.

[0062] this drawing -- setting -- 1 -- respectively -- a column -- the condensate polisher filled up with the cation exchange resin of H form (or NH<sub>4</sub> form) and the anion exchange resin of OH form as mixed ion exchange resin 2 inside is shown, and the condensation inhalant canal 4 is connected with the upper part of each condensate polisher 1 through an inlet valve 3, respectively, and the condensation excurrent canal 6 is connected with the lower part through the outlet valve 5, respectively.

[0063] The resin storage tank for storing the cation exchange resin and the anion exchange resin which showed the regeneration tower of a playback system 1 column, and reproduced 8 in this regeneration tower 7 in order that 7 takes out mixed ion exchange resin 2, and it may back-wash-dissociate and it may reproduce it from the condensate polisher 1 which reached the water flow terminal point temporarily is shown. The upper part of a regeneration tower 7 is connected, respectively with the resin migration tubing 9 shown by the lower part and the dotted line of each above-mentioned condensate polisher 1, and the lower part of a regeneration tower 7 is connected with the resin migration tubing 10 shown by the dotted line as well as the upper part of a resin storage tank 8, and the lower part of a resin storage tank 8 and the upper part of the three above-mentioned condensate polishers 1 are further connected with the resin migration tubing 11, respectively. In addition, about the valves attached, respectively so that it may carry out off [ of these resin migration tubing 9, 10, and 11 ] only at the time of the need, since drawing becomes complicated, it is omitting for convenience.

[0064] The inlet valve 3 and outlet valve 5 of the above-mentioned condensate polisher 1 are closed, the normally closed valve of the resin migration tubing 9 which does not carry out another side illustration is opened, continuing water flow demineralization processing of other two condensate polishers 1 and 1, supposing it usually operated the condensate demineralizer and the mixed ion exchange resin 2 of the condensate polisher 1 on the left-hand side of a now Fig. reached the water flow terminal point, and the mixed ion exchange resin 2 of this condensate polisher 1 is made to transport to a regeneration tower 7 by the shape of a slurry in the above configuration.

[0065] Moreover, when migration to the regeneration tower 7 of the resin 2 which reached the water flow terminal point is completed, the reproduced mixing ion exchange resin 2 stored by the resin storage tank 8 temporarily is made to transport to the above-mentioned condensate polisher 1 by the shape of a slurry with the resin migration tubing 11, the above-mentioned inlet valve 3 and an outlet valve 5 are opened with completion of migration, and it is made to return to the condition of performing water flow demineralization processing again.

[0066] On the other hand, as for the mixed ion exchange resin 2 sent to the regeneration tower 7 from the condensate polisher 1, playback is performed by the usual regeneration. Namely, an anion exchange resin and cation exchange resin are separated into a vertical bilayer by back wash separation etc., and, as for the mixed ion-exchange resin transported into the regeneration tower 7, a regenerant is \*\*\*\*(ed) to each resin (as opposed to cation exchange resin, a sulfuric acid is \*\*\*\*(ed) as an acid regenerant, and caustic alkali of sodium is \*\*\*\*(ed) as an alkali regenerant as opposed to an anion exchange resin). And

the knockout of the \*\*\*\*(ed) drug solution and washing of resin are performed following this, and regeneration is ended.

[0067] Through the resin migration tubing 10, the mixed ion exchange resin which playback ended is transported to a resin storage tank 8, and storage standby is carried out.

[0068] The outline of regeneration of the resin in a regeneration tower 7 is shown in drawing 2. That is, a back wash is carried out in a column 701, and the lower cation exchange resin 702 and the upside anion exchange resin 703 which were detached by stillness by specific gravity from the separation side 704, and are separated. in order [ and ] to make it cation exchange resin not contact an alkali regenerant (for example, NaOH solution) -- regenerant waste fluid -- a column -- the collector 705 extracted outside is arranged in the fixed location (for example, about 100mm) of this separation side 704 top. this condition -- first -- a column -- the alkali regenerant for the upper part to anion-exchange-resin playback (NaOH solution) -- \*\*\*\*(ing) -- the column from a collector 705 -- outside -- an extract -- subsequently - - a column -- the acid regenerant for the cation-exchange-resin playback from the lower part (for example, sulfuric-acid solution) -- cation exchange resin -- \*\*\*\*(ing) -- the column from a collector 705 -- it extracts outside and each resin is reproduced. The anion exchange resin which exists in the fixed range 706 of a collector 705 which results in the bottom a little from said separation side 704 by this contacts a sulfuric-acid solution, and is R-SO<sub>4</sub>. It becomes a form and is this R-SO<sub>4</sub>. It will become R-SO<sub>4</sub>5% if the percentage to the whole anion exchange resin of the anion exchange resin used as a form is 5%. The above configuration and actuation are the same as that of the case of the conventional condensate demineralizer.

[0069] By above-mentioned explanation, a sulfuric-acid solution is contacted at the time of cation-exchange-resin playback so that clearly, and it is R-SO<sub>4</sub>. The rate of the anion exchange resin used as a form You may say that it is mostly decided by distance between the attachment location of a collector 705, and the separation side 704 formed. The rate of an anion exchange resin of contacting a sulfuric-acid solution increases, so that the location of the separation side 704 separates from the location of a collector 705 caudad, and the more the location of the separation side 704 approaches the location of a collector 705 conversely, the more the rate decreases.

[0070] in addition, to the playback approach in a playback facility of a condensate demineralizer cation exchange resin and an anion exchange resin are reproduced in the same regeneration tower like \*\*\*\* -- being the so-called -- besides a playback system 1 column Although there is the approach of transporting the anion exchange resin divided into the upper layer to an anion regeneration tower, and reproducing both ion exchange resin in a respectively different regeneration tower after detaching cation exchange resin and an anion exchange resin by specific gravity in a cation [ separation-cum-] regeneration tower In this case, it is R-SO<sub>4</sub> by contacting the sulfuric acid whose anion exchange resin which remains in a cation [ separation-cum-] regeneration tower after anion-exchange-resin migration is the regenerant of cation exchange resin. Formal resin is generated. In this case, the amount of the anion exchange resin which remains in a cation [ separation-cum-] regeneration tower, i.e., a sulfuric acid, contacts, and it is R-SO<sub>4</sub>. The amount of the anion exchange resin used as a form is decided by relation with the attachment location of migration opening of the anion exchange resin attached to this cation [ separation-cum-] regeneration tower, in order to extract the separation side formation location of cation exchange resin and an anion exchange resin, and the anion exchange resin divided into the upper layer outside a cation [ separation-cum-] regeneration tower and to transport it to an anion regeneration tower.

[0071] Next, the characteristic configuration in this example and actuation are explained.

[0072] As mentioned above, predetermined regeneration is performed about the mixed ion exchange resin 2 transported to the regeneration tower 7, the mixed ion exchange resin 2 with which this regeneration was able to be managed with the playback system 1 column is transported to a resin storage tank 8, and storage standby is carried out to migration to the following condensate polisher. And after the reproduced mixing ion-exchange resin 2 which was being stored in the resin storage tank 8 is transported to the condensate polisher 1 which extracted the above-mentioned ion-exchange resin and operates mixing, blow, recycling, etc., it is returned to the condition of opening an inlet valve 3 and an

outlet valve 5, and performing water flow demineralization processing again. In addition, from the termination time of regeneration, resin is returned to a condensate polisher 1 from a resin storage tank 8, mixing is ended, in this example, the time amount die length of the time of starting blow actuation in a regeneration tower 7 ages to sleep, and it serves as time amount.

[0073] And in this example, after returning reproduced mixing ion exchange resin 2 to a condensate polisher 1 from a resin storage tank 8 and performing mixed predetermined actuation, as opposed to this condensate polisher, predetermined time supply of the pure water (for example, below 5microS/cm) is carried out by SV 10-50 from the pure-water supply pipe 12 at the condensate polisher concerned. SO4 which supplied water to the ion chromatography analysis apparatus 13 which carried out off [ of the normally closed type valve 15 ], and was shown by drawing 1 through the water pipe 14, and leaked the wastewater (pure water) produced in that case during this wastewater Ion concentration is measured and the measurement data for MTC value presumption to an anion exchange resin is obtained. The obtained measurement data is sent to an arithmetic sequence unit 16. In addition, above-mentioned ion chromatography analyzer IC-7000 (YOKOGAWA ELECTRIC [ CORP. ] CORP. make) known as equipment which specifies an ion kind and can detect the amount of ion as the above-mentioned ion chromatography analysis apparatus can be used.

[0074] Drawing 3 shows the outline of said arithmetic sequence unit, and consists of these examples as follows. namely, to the main arithmetic unit 161 which consists of MPU (microcomputer unit) It ages to sleep with R-SO4 % (this example for example, R-SO4 5%) peculiar to the mixed ion exchange resin 2 of the equipment concerned decided by the condensate polisher 1 of drawing 1 and the configuration of a regeneration facility, and actuation. The information on time amount An operator inputs with the external input equipments 162, such as a keyboard, beforehand, and the data in which the MTC value of a proper and the correlation of the amount of exsorption anions are shown are read to R-SO4% and aging time amount which correspond from storage (record) equipment 163 by this input. In addition, the actuation mentioned later can investigate beforehand the correlation relational data of the MTC value of a proper, and the amount of exsorption anions, for example, this R-SO4 % and aging time amount can store it in storage 163 as a ROM.

[0075] Next, SO4 leaked in the pure water blown when pure water is supplied to the mixed ion-exchange resin returned to the condensate polisher by the ion chromatography analysis apparatus 13 of drawing 1 mentioned above (discharge) Exsorption SO 4 in the time of measuring ion (detection) and carrying out fixed time amount (for example, 120 minutes) progress from pure-water blow initiation The amount of ion is detected and this information is inputted into the main arithmetic unit 161 as measurement information.

[0076] And it is based on the correlation relational data of an MTC value and the amount of exsorption anions which corresponds to the equipment of drawing 1 at R-SO4 % of a proper, and aging time amount, and is the exsorption SO 4 of the above-mentioned measurement information. The MTC value which corresponds from the amount of ion is computed. This serves as MTC estimate of the anion exchange resin in the mixed ion exchange resin concerned used as the measuring object.

[0077] The MTC estimate of the computed anion exchange resin is displayed on the display means 164, such as proper CRT. Moreover, in this example, this MTC estimate is considered as the input of the life prediction arithmetic unit 165 of an anion exchange resin, and the exchange stage of the anion exchange resin concerned is predicted. This life prediction arithmetic unit 165 can be constituted as a comparator circuit. Namely, the 1st threshold of the MTC-value to which an anion exchange resin corresponds to the ion-exchange capacity level which cannot demonstrate predetermined demineralization capacity, The 2nd threshold of the MTC value applicable to the ion-exchange capacity level expected to reach said 1st threshold by the next regeneration, The 3rd threshold of the MTC value applicable to the ion-exchange capacity level expected to reach said 2nd threshold by repeating about several regeneration, Each of which threshold is set up and the exchange stage of the anion exchange resin concerned can be predicted by comparing the MTC estimate and these thresholds of the anion exchange resin computed by measurement which mentioned above.

[0078] The information on the exchange stage of the predicted anion exchange resin can be expressed as

the display means 166 if needed.

[0079] Next, the case of the mixed ion exchange resin for which an MTC value is used with the condensate demineralizer of an electric power plant in an actuation example which investigates beforehand the correlation relational data of the amount of exsorption anions and an MTC value using a known anion exchange resin is made into an example, and it explains.

[0080] first, the anion exchange resin which is two or more kinds from which extent in which the ion-exchange engine performance (capacity) deteriorated as a result of being used with new (intact) cation exchange resin, a new (intact) anion exchange resin, and the condensate demineralizer of an electric power plant (fall) differs -- preparing -- these anion exchange resins -- having mentioned above (ammonia and sodium sulfate) -- the MTC value is correctly calculated by the "MTC value computing method" used as evaluation water. In addition, the MTC value of each of said prepared anion exchange resin which was called for by this in this example is carried out to 0.5, and 1.0, 1.5 (above used) and 2.0 (new article).

[0081] By using NaOH as an alkali regenerant, regenerating about said anion exchange resin next, and \*\*\*\*(ing) the sulfuric acid of the specified quantity to the anion exchange resin after playback after that The rate (%) of contacting the acid regenerant of the anion exchange resin explained by drawing 2 considers as the reproduced ion exchange resin of regularity (for example, R-SO<sub>4</sub> 5%). As mixed ion exchange resin 21 which mixed the anion exchange resin of each MTC value, and the new cation exchange resin beforehand reproduced using the sulfuric acid to each \*\* Filling up the ion-exchange-resin column 20 which simulated the condensate polisher shown in drawing 5, respectively, and letting pure water flow by predetermined SV from the column 20 upper part A part of exhaust water is led to an ion chromatography analysis apparatus, and when the condition of 120 minutes passing since pure-water water flow initiation, and being called the so-called constant leak is reached, the amount of anions (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) contained in this exhaust water is measured.

[0082] It is this actuation R-SO<sub>4</sub> of an anion exchange resin It carries out, respectively as 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, and 30%. Drawing 6 shows the change with time when measuring the amount of anions (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) leaked as the above example from the anion exchange resin of each above-mentioned R-SO<sub>4</sub> % in MTC value  $1.5 \times 10^{-4}$  m/sec.

[0083] the SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>-leak 120 minutes after an MTC value regenerates the plurality (this example four kinds) of a known anion exchange resin and letting pure water (performance-evaluation water) flow by the above -- every R-SO<sub>4</sub> % -- drawing 7 gathered the data which were obtained independently and obtained from these results. Thereby, it is exsorption SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> according to each R-SO<sub>4</sub> %. - The correlation relational data of an amount and an MTC value is obtained.

[0084] It is the exsorption SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> which explained drawing 8 above. - Exsorption SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> at the time of blowing pure water to the condensate polisher of the condensate demineralizer of an actual electric power plant on the same conditions as obtaining the correlation relational data of an amount and an MTC value - The result of having measured change from water flow initiation of an amount is shown. SO<sub>4</sub><sup>2-</sup> in that 120-minute time after water flow initiation - If a leak is detected and this detection value is compared with the correlation relational data of drawing 7, it turns out that an MTC value can be presumed.

[0085] In addition, although the above explanation has excepted the effect of aging time amount Since time amount is the same in many equipments in many cases, by generally aging to sleep in that case What is necessary is just to perform the above-mentioned trial examination according to the aging time amount, and since it is the employment situation of equipment at the design time and it is beforehand decided when aging time amount differs, the correlation relational data which performs the trial examination doubled with it and corresponds can be prepared.

[0086] Drawing 9 shows an example of the judgment approach in the case of predicting the exchange stage of the anion exchange resin in the life prediction arithmetic unit 165.

[0087] If the MTC value change measured for every regeneration is plotted with time by the relation between an MTC value and time amount (days) As for these relation, generally it is common to incline and to become a fixed linear function. Therefore, for using with the system, the MTC value of the ion-

exchange capacity it is incapable to a limitation is made into the threshold of the exchange stage set beforehand, or another threshold which approaches the threshold and the need for exchange preparation produces is set up, and an exchange stage can be predicted by the comparison with this. Drawing 9 shows MTC value  $1.00 \times 10^{-4}$  m/sec as a threshold which shows an exchange stage, for example.

[0088] Although the operation gestalt 2 above-mentioned operation gestalt 1 explained the example at the time of making into constant value peculiar to equipment R-SO<sub>4</sub> % generated by regeneration The amount of generation of R-SO<sub>4</sub> % may employ R-SO<sub>4</sub> % as constant value of an equipment proper, when it is decided by the formation location of the separation side 704 formed in a regeneration tower 7 at the time of playback so that explanation of drawing 2 may show, and the separation side 704 is always formed in a fixed location.

[0089] However, like a condensate demineralizer, in the case of the ion exchange equipment which has two or more condensate polishers (usually three or more columns), it is difficult to make the same strictly capacity of the cation exchange resin with which the condensate polisher of these plurality is filled up, and an anion exchange resin, and the fill is [ in the case of ] somewhat different for every condensate polisher in many cases. In such a case, since the locations of the separation side formed in a regeneration tower for every ion exchange resin with which each condensate polisher is filled up differ, the amounts of R-SO<sub>4</sub> % generated by regeneration also differing each time, therefore presuming an MTC value by making R-SO<sub>4</sub> % into constant value in this case, even if it is the same equipment has unreasonableness.

[0090] In such a case, it is desirable to measure automatically the location of the separation side formed in a regeneration tower for every regeneration, to ask for R-SO<sub>4</sub> % generated from the relation between this measured separation side location and the criteria separation side location beforehand set up at the time of an equipment design, and to presume an MTC value from a graph like said drawing 7 based on this R-SO<sub>4</sub>%.

[0091] Drawing 10 is the location of a criteria separation side, and R-SO<sub>4</sub> to generate. It is the graph which shows an example of relation comparatively (R-SO<sub>4</sub> %), and an axis of abscissa shows a criteria separation side location for the distance of a criteria separation side and the separation side actually formed as "0." (+) is the case where an actual separation side is formed more nearly up than a criteria separation side, and (-) means the case where a separation side is formed down the criteria separation side. If it asks for such a graph beforehand, it can ask for R-SO<sub>4</sub> % at that time only by measuring the location of the separation side formed in a regeneration tower. The above-mentioned criteria separation side is set as the location of about 100mm of collector bottoms.

[0092] in addition, as an approach of measuring the location of a separation side For example, a photograph is taken with image pick-up means, such as a CCD camera which attached the location of the separation side formed in a regeneration tower to the inspection hole of a regeneration tower, as proposed by JP,58-88038,A. From the acquired photography information, as proposed by the approach of detecting the formation location of a separation side based on the difference in the color of cation exchange resin and an anion exchange resin, and JP,4-83538,A The approach of detecting the formation location of a separation side from the photography information acquired by the image pick-up means based on a difference of the particle size of the cation exchange resin which exists near a separation side, and an anion exchange resin etc. can be used.

[0093] Although the example of three operation gestalten illustrates the case where a hydrochloric acid is used as an acid regenerant like said operation gestalt 1, completely, also in this case, the cation exchange resin of a new article (intact) first, The anion exchange resin which is two or more kinds from which extent in which the ion-exchange engine performance (capacity) deteriorated as a result of being used with a new (intact) anion exchange resin and the condensate demineralizer of an electric power plant (fall) differs is prepared. About these anion exchange resins, the MTC value is correctly calculated by the "MTC value computing method" mentioned above.

[0094] By using NaOH as an alkali regenerant, regenerating about said anion exchange resin next, and \*\*\*\*(ing) the hydrochloric acid of the specified quantity to the anion exchange resin after playback after that The rate (%) of contacting the acid regenerant of the anion exchange resin explained by drawing 2

considers as fixed reproduced ion exchange resin. As mixed ion exchange resin 21 which mixed the anion exchange resin of each MTC value, and the new cation exchange resin beforehand reproduced using the hydrochloric acid to each \*\* Filling up the ion-exchange-resin column 20 which simulated the condensate polisher shown in drawing 5, respectively, and letting pure water flow by predetermined SV from the column 20 upper part A part of exhaust water is led to an ion chromatography analysis apparatus, and when the condition of 120 minutes passing since pure-water water flow initiation, and being called the so-called constant leak is reached, the amount of anions (Cl-) contained in this exhaust water is measured.

[0095] It is this actuation R-Cl of an anion exchange resin - It carries out, respectively as 0%, 5%, 10%, 15%, 20%, 25%, and 30%. Drawing 11 shows the change with time when measuring the amount of anions (Cl-) leaked as the above example from the above-mentioned R-Cl% each in MTC value  $1.6 \times 10^{-4}$  m/sec of anion exchange resin. Cl 120 minutes after an MTC value regenerates the plurality (this example four kinds) of a known anion exchange resin and letting pure water (performance-evaluation water) flow by the above - Drawing 12 gathered the data with which the leak was independently obtained R-Cl% each, and was obtained from these results. Thereby, it is Exsorption Cl independently R-Cl% each. - The correlation relational data of an amount and an MTC value is obtained.

[0096] Drawing 13 is the exsorption Cl explained above. - Exsorption Cl at the time of blowing pure water to the condensate polisher of the condensate demineralizer of an actual electric power plant on the same conditions as obtaining the correlation relational data of an amount and an MTC value - The result of having measured change from water flow initiation of an amount is shown. Cl in that 120-minute time after water flow initiation - If a leak is detected and this detection value is compared with the correlation relational data of drawing 11, it turns out that an MTC value can be presumed.

[0097]

[Effect of the Invention] According to this invention, it is effective in the ability to offer the approach and equipment which can measure correctly the judgment of the degradation degree of the conventional anion exchange resin with which insufficiency thru/or much more improvement is called for each industrially with time, as a result prior prediction of an exchange stage.

[0098] Moreover, according to this invention, a performance evaluation can be carried out in the in-line condition, without picking out outside the anion exchange resin actually used in ion exchange units, such as a condensate demineralizer, from the equipment concerned, and it is effective in the ability to offer the approach which lost the effort of measurement, and the futility of time amount by this, and equipment.

[0099] Furthermore, according to this invention, by carrying out a performance evaluation within equipment (in-line), effect of a difference of the performance degradation by the particle size distribution of resin etc. is lessened, and it is effective in it being exact and being able to perform a performance evaluation with a high precision etc.

[0100] Furthermore, according to this invention, it is especially designed individually by the real unit by various reasons again. The performance degradation condition of the anion exchange resin of the condensate demineralizer which is attached to various actual generation-of-electrical-energy facilities with which structures differ as a result and employment situations also differ, and is working Moreover, the effect of the element of a proper is mitigated thru/or canceled to each facility employed individually, it is effective in the ability to evaluate and judge as correctly as possible the engine performance of an anion exchange resin, as a result the exchange stage of this resin, and deployment of ion exchange resin, and reduction of the amount of trash can be aimed at.

[Translation done.]

## \*NOTICES \*

JPO and NCIPI are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1. This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
2. \*\*\*\* shows the word which can not be translated.
3. In the drawings, any words are not translated.

---

## CLAIMS

---

[Claim(s)]

[Claim 1] The performance-evaluation approach of the anion exchange resin used with the ion exchange unit characterized by presuming the mass transfer coefficient (MTC) value of the anion exchange resin concerned based on the measured value which measured and obtained the amount of anions which lets performance-evaluation water flow to the anion exchange resin which regenerated, and is leaked in this performance-evaluation water.

[Claim 2] The performance-evaluation approach of the anion exchange resin which used with the ion exchange unit characterize by to presume the mass transfer coefficient ( MTC ) value of this anion exchange resin based on the measured value which measured and obtained the amount of anions which let performance-evaluation water flow to the anion exchange resin after regeneration , and leak during this water flow in the equipment which have the water-flow network prepared so that an anion exchange resin might remove impurity ion , and the recovered line which carry out chemical playback and return this anion exchange resin to a water-flow network .

[Claim 3] In the equipment which has the water flow network prepared so that an anion exchange resin and cation exchange resin might remove impurity ion, and the recovered line which carries out chemical playback of the cation exchange resin at least It lets performance-evaluation water flow on the mixed ion exchange resin of the cation exchange resin after regeneration, and an anion exchange resin. The performance-evaluation approach of the anion exchange resin used with the ion exchange unit characterized by presuming the mass transfer coefficient (MTC) value of the anion exchange resin concerned based on the measured value of the amount of exsorption anions which measured and obtained the amount of anions leaked during this water flow.

[Claim 4] The performance-evaluation approach of the anion exchange resin which the performance-evaluation water which lets water flow to an anion exchange resin used in claim 1 thru/or either of 3 with the ion exchange unit characterized by being high purity waters, such as pure water which does not contain ion, and ultrapure water, or condensation.

[Claim 5] The performance-evaluation approach of the anion exchange resin used in claim 2 thru/or either of 4 with the ion exchange unit characterized by letting performance-evaluation water flow after returning the ion exchange resin after regeneration to a water flow network.

[Claim 6] In claim 1 thru/or either of 5 presumption of a mass transfer coefficient (MTC) value By preparing two or more anion exchange resins with which the value of a mass transfer coefficient is known, and the values differ, and letting performance-evaluation water flow for every anion exchange resins of these The correlation of the value of the mass transfer coefficient concerned and the measured value of the amount of anions leaked performance-evaluation underwater is beforehand investigated according to each anion exchange resin with which mass transfer coefficient values differ. From the measured value of the amount of anions leaked when both correlation relational data is obtained and it lets performance-evaluation water flow to the anion exchange resin of the measuring object The performance-evaluation approach of the anion exchange resin used with the ion exchange unit characterized by presuming the mass transfer coefficient (MTC) value of the anion exchange resin of the



measuring object concerned based on said correlation relational data which investigated beforehand and was obtained.

[Claim 7] the rate (%) that these some anion exchange resins contact an acid regenerant in claim 6 in the correlation relational data of the amount of anions leaked from the value and this anion exchange resin of the mass transfer coefficient about the anion exchange resin of mass transfer coefficient (MTC) value known investigated beforehand – the performance-evaluation approach of the anion exchange resin used with the ion exchange unit characterized by asking independently.

[Claim 8] time amount die length after regenerating an anion exchange resin in claim 6 or 7 for the correlation relational data of the value of the mass transfer coefficient about the anion exchange resin of mass transfer coefficient (MTC) value known, and the amount of anions leaked from this anion exchange resin, until it lets performance-evaluation water flow – the performance-evaluation approach of the anion exchange resin used with the ion exchange unit characterized by asking independently.

[Claim 9] In claim 6 thru/or either of 8 presumption of a mass transfer coefficient (MTC) value It asks for the calibration-curve data in which the relation between the amount of exsorption anions and a mass transfer coefficient (MTC) value is shown based on the correlation relational data of a mass transfer coefficient (MTC) value and the amount of exsorption anions beforehand. The performance-evaluation approach of the anion exchange resin used with the ion exchange unit characterized by calculating the mass transfer coefficient (MTC) value of a measuring object anion exchange resin using these calibration-curve data from the measured value of the amount of exsorption anions obtained when it let performance-evaluation water flow to the anion exchange resin of the measuring object.

[Claim 10] The performance-evaluation approach of the anion exchange resin used with the ion exchange unit characterized by being a time of the time of measuring the anion leak leaked from an anion exchange resin in claim 1 thru/or either of 9 becoming minute [ the anion exsorption value change contained in the performance-evaluation underwater which lets water flow ].

[Claim 11] The performance-evaluation approach of the anion exchange resin used with the ion exchange unit characterized by being a time of the time of measuring the anion leak leaked from an anion exchange resin in claim 1 thru/or either of 9 carrying out predetermined time progress after carrying out water flow initiation of the performance-evaluation water to the anion exchange resin.

[Claim 12] The performance-evaluation approach of the anion exchange resin which the object which presumes a mass transfer coefficient (MTC) value used in claim 1 thru/or either of 11 with the ion exchange unit characterized by being the anion exchange resin used with the condensate demineralizer installed in the condensation circulation network of an electric power plant.

[Claim 13] It lets performance-evaluation water flow to two or more anion exchange resins with which a mass transfer coefficient (MTC) value is known, and the values differ. The record means which recorded the result of having investigated beforehand the correlation relational data of the mass transfer coefficient (MTC) value according to each anion exchange resin, and the amount of exsorption anions, by measuring the amount of anions leaked during the water flow, A measurement means to measure the amount of anions leaked to the performance-evaluation underwater which let water flow to the anion exchange resin after regeneration, Performance-evaluation equipment of the anion exchange resin characterized by having an operation means to calculate the mass transfer coefficient (MTC) value of the anion exchange resin this measured from the measured this amount of anions, and the recording information of said record means.

[Claim 14] Performance-evaluation equipment of the anion exchange resin characterized by having a judgment means to compare the threshold of MTC beforehand determined as the mass transfer coefficient (MTC) value of the anion exchange resin obtained with the operation means in claim 13, and to judge the exchange stage of an anion exchange resin.

[Claim 15] the time-amount die length until the record means which recorded correlation relational data with the amount of anions leaked in claim 13 or 14 when it lets performance-evaluation water flow to the mass transfer coefficient (MTC) value and each anion exchange resin according to each anion exchange resin lets performance-evaluation water flow a rate [ that some anion exchange resins contact an acid regenerant ] (%) exception, and/or after regeneration – the performance-evaluation equipment of



the anion exchange resin characterized by to record correlation relational data independently.  
 [Claim 16] Performance-evaluation equipment of the anion exchange resin characterized by having an external input means to specify the correlation relational data applicable to the anion exchange resin of the measuring object in claim 15.

---

[Translation done.]